



**ESTUDI DELS PATRONS MÈTRICS, ARQUITECTÒNICS I URBANÍSTICS DEL  
MÓN IBÈRIC (SEGLES V-II AC)  
Pau Olmos Benlloch**

**ISBN: 978-84-693-9432-8**

**Dipòsit Legal: T.70-2011**

**ADVERTIMENT.** La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX ([www.tesisenxarxa.net](http://www.tesisenxarxa.net)) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

**ADVERTENCIA.** La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR ([www.tesisenred.net](http://www.tesisenred.net)) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

**WARNING.** On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX ([www.tesisenxarxa.net](http://www.tesisenxarxa.net)) service has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized neither its spreading and availability from a site foreign to the TDX service. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service is not authorized (framing). This rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.

# **Estudi dels patrons mètrics arquitectònics i urbanístics del món ibèric (segles V-II aC)**



**Tesi Doctoral**  
**Presentada per:**

**Pau Olmos Benlloch**

**Tarragona, 2010**



**UNIVERSITAT  
ROVIRA I VIRGILI**

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

ESTUDI DELS PATRONS MÈTRICS, ARQUITECTÒNICS I URBANÍSTICS DEL MÓN IBÈRIC (SEGLES V-II AC)

Pau Olmos Benlloch

ISBN:978-84-693-9432-8/ DL:T.70-2011

# **Estudi dels patrons mètrics arquitectònics i urbanístics del món ibèric (segles V-II aC)**

Tesi presentada per:

Pau Olmos Benlloch

Tarragona, 14 d'octubre de 2010

Programa de doctorat:

Interuniversitari en Arqueologia Clàssica; Bienni 2005-2007

Departament d'Història i Història de l'Art

Universitat Rovira i Virgili

Dirigida per:

Dra. Maria Carme Belarte Franco (ICREA-ICAC)

Aquesta tesi ha estat realitzada i financada en el marc del projecte *Formació i desenvolupament de les societats complexes a la protohistòria catalana* de l'Institut Català d'Arqueologia Clàssica (ICAC).



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

ESTUDI DELS PATRONS MÈTRICS, ARQUITECTÒNICS I URBANÍSTICS DEL MÓN IBÈRIC (SEGLES V-II AC)

Pau Olmos Benlloch

ISBN:978-84-693-9432-8/ DL:T.70-2011

## AGRAÏMENTS

En primer lloc, vull donar les gràcies a l'Institut Català d'Arqueologia pel suport econòmic i material, sense el qual aquesta tesi no hagués pogut tirar endavant; també voldria agrair, en primera instància, la confiança dipositada en mi a la meua directora, la Dra. Maria Carme Belarte Franco, que va confiar en mi per poder iniciar-me en el món de la recerca, així com per la seva inestimable ajuda i el seu recolzament constant.

En segon lloc voldria agrair enormement la col·laboració de tots aquells arqueòlegs i institucions de Catalunya i el País Valencià que m'han facilitat el accés als jaciment per tal de realitzar aquest estudi, a més de facilitar-me les darreres planimetries publicades, sense oblidar els encertats comentaris realitzats. En aquest sentit, vull agrair la seva col·laboració a: David Asensio, Jordi Morer, Dani López, Rafel Jornet i Cristina Garcia (Món Iber Rocs S.L.); Jordi Principal (MAC); Aurora Martín, Gabriel de Prado, Ferran Codina (MAC-Ullastret); Enriqueta Pons (MAC-Girona); Albert López Mullor (Servei de Patrimoni Arquitectònic - Diputació de Barcelona); Joan Sanmartí (Universitat de Barcelona); Josep Pou (Ajuntament de Calafell); Jaume Noguera (ICAC-Universitat de Barcelona); Maite Miró (Generalitat de Catalunya); Feliciano Sala (Universitat d'Alacant), Anna Maria Puig; Helena Bonet (Museu de Prehistòria de València), Consuelo Mata, Andrea Moreno, David Quixal (Universitat de València), Arturo Oliver (Museu de Belles Arts de Castelló).

Tampoc em vull oblidar d'aquelles persones que han realitzat una tasca fonamental en el meu aprenentatge com a persona i com a investigador. Vull destacar en primer lloc a tots els meus companys de l'ICAC, amb els quals he compartit quatre anys de la meua vida i que sempre tindran un racó dintre dels meus pensaments. Entre ells m'agradaria agrair molt especialment als companys del despatx de becaris, que em van fer sentir com part de la família: Héctor Orengo, Judit Ciurana, Marta Flórez i Núria Padrós. Tampoc em vull oblidar dels companys i amics de l'ICAC que han estat una gran ajuda desinteressada en la meua formació, com Pau de Soto al qui he d'agradir el seu ajut i paciència en l'elaboració de les planimetries en SIG, Josep Maria Puche qui em va iniciar en el meravellós món de la geometria, Paloma Aliende qui em va descobrir les

meravelles de l'Autocad i que ha estat sempre un recolzament constant, Sílvia Alcaide amb qui tant vaig debatre sobre metrologia i sobre la vida en general.

Tampoc em vull oblidar d'aquells investigadors que m'han orientat i aconsellat al llarg dels anys d'elaboració d'aquesta tesi. Entre ells vull destacar a Pierre Moret (Université de Toulouse) pels seus destacats comentaris i correccions, a Dominique Garcia (Université de Provence) per acollir-me al centre Camille Jullian i que ha estat una gran ajuda per l'elaboració de la part destinada al sud de la Gàl·lia, a Henri Tréziny (Université de Provence) per la seva ajuda en les qüestions de metrologia focea, a Fernando Prados (Universitat d'Alacant) per la seva orientació en determinats aspectes del món fenici, al meu company i amic David Montanero qui ha estat una part fonamental per l'elaboració del capítol sobre metrologia fenícia i púnica.

En darrera instància vull agrair molt especialment als meus pares, que ja fa sis anys van veure marxar al seu fill a començar una nova vida. Sempre m'heu recolzat en tot el que he fet, tot i que de vegades no us ho he reconegut.

Les meves darreres lletres són per la meva parella, Meritxell Monrós, qui ha estat sempre al meu costat tant en els moments alegres com en els moments de desesperança i, que ha estat l'estrella que m'ha guiat al llarg d'aquests anys. Sense el teu suport, els teus ànims, la teva felicitat i la teva confiança en les meves possibilitats aquest treball no hagués estat mai possible.

A tots aquells que heu estat sempre al meu costat i m'heu ajudat a fer més fàcil el llarg camí. Moltes gràcies.

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

ESTUDI DELS PATRONS MÈTRICS, ARQUITECTÒNICS I URBANÍSTICS DEL MÓN IBÈRIC (SEGLES V-II AC)

Pau Olmos Benlloch

ISBN:978-84-693-9432-8/ DL:T.70-2011

## Índex

Résumé .....	5
1. Introducció .....	7
1.1 Objectius: marc geogràfic i cronològic .....	7
1.2 Metodologia .....	14
1.3 Origen i evolució dels patrons mètrics: els primers sistemes de repartiment del sòl.....	20
2. Metrologia fenicio-púnica .....	26
2.1 Antecedents i estat de la recerca.....	26
2.2 Fonts històriques i plantejaments inicials .....	28
2.3 Metrologia fenícia oriental.....	30
2.4 Metrologia fenícia a la Mediterrània central .....	32
2.4.1 Taules de mesures nord africanes .....	32
2.4.2 Metrologia fenícia al nord d'Àfrica: Cartago i el seu <i>hinterland</i> .....	40
2.4.3 Metrologia fenícia a Sardenya i Sicília.....	47
2.5 Metrologia fenícia a la Mediterrània occidental: les colònies fenícies del sud de la península Ibèrica .....	59
2.5.1 Metrologia cartaginesa a la Península Ibèrica .....	63
3. Metrologia grega .....	66
3.1. Antecedents i estat de la recerca.....	66
3.2 Fonts històriques i plantejaments inicials .....	69
3.3 Instruments de mesura grecs .....	77
3.4 Metrologia grega: unitats de mesura orientals .....	82
3.5 Metrologia grega a la Mediterrània central: les colònies gregues de Sicília ..	86
3.6 Metrologia grega a les colònies focées .....	92
3.6.1 Focea (Foça, Túrquia).....	92
3.6.2 Velia (Velia, Itàlia) .....	93
3.6.3 Massàlia i les colònies massaliotes del sud de França.....	96
3.6.4 Emporion i Rhode .....	100
4. Metrologia ibèrica a Catalunya i el País Valencià .....	112
4.1 Antecedents de la recerca en el món ibèric. Estat de la qüestió .....	112
4.2 Aproximació a la metrologia ibèrica a Catalunya .....	118
4.2.1 Urbanisme i distribució de l'espai habitat.....	118
4.2.1.1 Puig Castellet (Lloret de Mar, La Selva).....	119
4.2.1.2 Ciutadella ibèrica d'Alorda Park (Calafell, Baix Penedès) .....	122
4.2.1.3 Estinçlells (Verdú, Urgell).....	126

4.2.1.4 Castellet de Banyoles (Tivissa, Ribera d'Ebre) .....	138
4.2.2 Arquitectura defensiva.....	144
4.2.2.1 Mas Castellar (Pontós, Alt Empordà) .....	144
4.2.2.2 Puig de Sant Andreu (Ullastret, Baix Empordà) .....	147
4.2.2.3 Montbarbat (Lloret de Mar, La Selva).....	156
4.2.2.4 Casol de Puigcastellet (Folgueroles, Osona) .....	159
4.2.2.5 Turó del Montgròs (El Brull, Osona).....	164
4.2.2.6 Burriac (Cabrera de Mar, Maresme) .....	173
4.2.2.7 Turó dels Dos Pins (Cabrera de Mar, Maresme).....	176
4.2.2.8 Turó d'en Boscà (Badalona, Barcelonès).....	178
4.2.2.9 Ciutadella ibèrica d'Alorda Park (Calafell, Baix Penedès) .....	181
4.2.2.10 Castellet de Banyoles (Tivissa, Ribera d'Ebre) .....	188
4.2.2.11 Castellot de la Roca Roja (Benifallet, Ribera d'Ebre) .....	193
4.2.3 Arquitectura cultural .....	195
4.2.3.1 Puig de Sant Andreu (Ullastret, Baix Empordà) .....	195
4.3 Aproximació a la metrologia ibèrica al País Valencià .....	203
4.3.1 Urbanisme i distribució de l'espai habitat.....	203
4.3.1.2 Puntal dels Llops (Olocau, Camp de Túria).....	203
4.3.2 Arquitectura defensiva.....	210
4.3.2.1 Perengil (Vinaròs, Baix Maestrat) .....	210
4.3.2.2 Sant Josep (Vall d'Uixó, Plana Baixa).....	217
4.3.2.3 Puntal dels Llops (Olocau, Camp de Túria).....	221
4.3.2.4 El Molón (Camporrobles, Plana d'Utiel) .....	223
4.3.2.5 La Bastida de les Alcusses (Moixent, La Costera) .....	229
4.3.2.6 El Puig (Alcoi, Alcoià) .....	242
4.3.2.7 L'Empedrola (Calp, Marina Alta) .....	245
4.3.2.8 Tossal de Manises (Alacant, Alacantí) .....	249
4.3.2.9 Altres estructures defensives edetanes .....	257
4.3.3 Arquitectura cultural .....	264
4.3.3.1 La Illeta dels Banyets (Campello, Alacantí).....	265
4.3.3.2 Regia de las Tres Hermanas (Aspe, Vinalopó Mitjà).....	274
4.3.3.3 L'Alcúdia (Elx, Vinalopó Mitjà).....	278
4.4 Estructures d'emmagatzematge ibèriques: els graners elevats.....	282
4.5 Possibles instruments de mesura ibers.....	294
5. Influència metrològica colonial en el món indígena occidental.....	298
5.1 Influència de la metrologia púnica en l'arquitectura ibèrica .....	298

5.2 Influència de la metrologia grega en els assentaments indígenes occidentals .....	303
5.2.1 Adaptació metrológica grega en l'arquitectura ibèrica .....	303
5.2.2 Metrologia grega i indígena en els assentaments del sud de la Gàl·lia .....	306
6. La proporció en l'arquitectura ibèrica.....	323
6.1 Origen i evolució dels principals sistemes geomètrics de l'antiguitat: de Babilònia a Roma. ....	323
6.1.1 Proporció àuria o d'extrema i mitja raó .....	324
6.1.2 Proporció d'arrel quadrada de 2 .....	332
6.1.3 Triangle pitagòric o triangle rectangle 3-4-5 .....	338
6.1.4 Altres aproximacions geomètriques.....	342
6.2 Anàlisi de les principals proporcions geomètriques identificades a l'arquitectura ibèrica .....	345
7. Adaptació metrològica ibèrica vers la romanització .....	355
7.1 Metrologia romana: de la República a l'alt Imperi .....	355
7.2 Metrologia romana a Hispània als moments inicials de la conquesta.....	358
7.2.1 Puig d'Alia (Amer, La Selva).....	359
7.2.2 Sagunt (Sagunt, Camp de Morvedre).....	360
7.2.3 Lucentum (Alacant, Alacantí) .....	368
7.3 Adaptació i transformació de la metrologia ibèrica durant la romanització .....	369
7.3.1 Les Guàrdies (El Vendrell, Baix Penedès).....	370
7.3.2 Turó Rodó (Lloret de Mar, La Selva) .....	372
7.3.3 Sant Miquel (Vinebre, Ribera d'Ebre) .....	373
7.3.4 Tossal de la Cala (Benidorm, Marina Baixa) .....	375
8. Conclusions .....	378
8.1 Métrologie ibérique durant la période ibérique classique: premières systématisations des mesures .....	378
8.2 Métrologie ibérique entre les IIIe-IIe siècles av. J-C.: continuité et adaptation des systèmes de mesure.....	389
9. Bibliografia .....	401
10. Índex de figures.....	433

## Résumé

Dans cette Thèse de Doctorat appelée « Étude des étalons métriques architectoniques et urbanistiques ibériques (V-II s.av.J-C.) », je me propose d'approfondir dans la connaissance de l'architecture ibérique, ainsi que dans la détermination des systèmes de mesure de surface utilisés par les communautés ibériques centrales et septentrionales, et leur application au dessin architectonique et urbanistique. Ce travail est inscrit dans le programme *Formation et développement des sociétés complexes dans la protohistoire catalane* (Institut Catalan d'Archéologie Classique – Université de Barcelone), dirigé par Maria Carme Belarte Franco (ICREA – ICAC) et Joan Sanmartí Grego (UB).

En ce qui concerne la chronologie, l'étude est centrée sur toute la période ibérique, jusqu'à l'époque romaine, lorsque les communautés ibères subissent une adaptation progressive aux systèmes romains de mesures. Durant la période ibérique (Ve-IVe s. av. J. -C), on peut identifier la diffusion, dans les principaux oppida ibériques, des tours défensives rectangulaires et des plans complexes, ce qui montre l'adoption d'une connaissance mathématique et géométrique méditerranéenne inconnue jusqu'à cette époque. L'existence de ce nouveau schème constructif m'a permis l'application des études modulaires avec l'objectif d'identifier les différentes unités modulaires architectoniques.

Pour ce qui est du cadre géographique, l'étude concerne la côte orientale de la péninsule Ibérique. Du point de vue culturel, nous avons affaire aux peuples ibères ainsi qu'à la colonie grecque d'Emporion et la colonisation phocéenne, et enfin les sites puniques du sud et sud-est de la Péninsule. Le propos de l'élection de ce territoire est d'établir et de comparer la situation métrologique des différentes communautés. Nous avons choisi, en plus, ces régions parce qu'elles répondent à des échelles d'implantation territoriale distinctes, où l'on distingue des modèles plus centralisés, par exemple celui caractéristique du territoire edetain, et d'autres polynucléaires, comme dans les cas des territoires contestains et laietains.

L'approche méthodologique est basée sur la prise des principales mesures sur le terrain, lorsqu'il a été possible, et le postérieur traitement numérique de ces données. D'après l'obtention des mesures de la manière la plus précise possible, on peut interpréter les différentes proportions utilisées ainsi que fixer quel en a été le dessin architectonique.



## Résumé

La recherche menée dans le cadre de ma thèse montre que la détermination de l'unité constructive employée ainsi que de son utilisation est possible grâce à l'identification des principes géométriques structurants des tours défensives ibériques. À différence des cultures gréco-latines, où l'on a des informations sur les unités de mesure d'après les sources classiques, l'étude du système de mesures ibérique doit se fonder sur l'analyse des restes architectoniques. De manière globale, l'emploi d'unités de construction méditerranéennes ainsi que les principaux systèmes de proportion indiquent que les sociétés ibères participent des principaux courants propres à la *koiné* méditerranéenne entre le Ve siècle et II av. J-C.

L'existence d'un système de mesures codifié et reconnu par les élites est un fait fondamental et nécessaire aux sociétés historiques. De cette façon, la société ibérique ne peut pas être indifférente à ce phénomène; leur degré de hiérarchie territoriale et l'organisation politique sous forme d'états a besoin d'implanter un système métrologique propre ou adapté sous l'influence d'autres cultures méditerranéennes. L'établissement des patrons sur mesures est essentiel pour dessiner chaque bâtiment, depuis les structures les plus modestes jusqu'aux plus complexes. Mais ces patrons seront aussi nécessaires pour assurer et contrôler les échanges commerciaux entre les populations ibériques et entre celles-ci et le marché méditerranéen.

## 1. Introducció

### 1.1 Objectius: marc geogràfic i cronològic

L'objectiu del present treball és apropar-nos als patrons constructius ibèrics, a partir de l'anàlisi arquitectònica, i intentar determinar la possible existència d'una metrologia indígena aplicada a l'arquitectura i a l'urbanisme. El nostre estudi s'ha centrat únicament en les mesures linears de superfície, com a base de l'anàlisi arquitectònica, tot i que s'ha prestat atenció a la resta de sistemes metroològics com els pesos i les capacitats, que són indivisibles en el coneixement metroològic de tota societat.

La primera i ineludible qüestió és plantejar-se si els ibers posseïen uns patrons mètrics com els tenen altres pobles mediterranis dintre de les mateixes cronologies. Partim de la premissa inicial que tota societat necessita establir quins són els seus sistemes de mesures tant de superfície com de capacitat. Des de la delimitació d'un terreny, al traçat d'una casa, fins a les construccions més complexes com són els sistemes defensius o els temples, és necessària l'aplicació de mesures linials. És en aquests sistemes de mesura on hem centrat el nostre estudi, ja que disposem d'una menor informació, en comparació amb el que ocorre amb els sistemes de capacitats ibèrics (Fernández Mateu 2000, Calvo 2006, Bonet *et al.* 2007), així com dels ponderals (Villaronga 1971/1972, Fletcher i Mata 1981, Fletcher i Silgo 1995, Grau i Moratalla 2003/2004) i de les monedes (Villaronga 1998). Aquest darrer conjunt de dades ens mostra l'existència real d'un complet sistema de mesures ibèric, el qual és, per altra part, fonamental per tal de fixar les normes dels intercanvis comercials, assegurar el valor correcte de les unitats, determinar les equivalències entre aquestes, així com facilitar la imposició de taxes i la seva recaptació.

La qüestió que sorgeix en aquest moment i que necessita ser contrastada, és definir si aquest sistema de mesures emprat per les comunitats ibèriques és una creació pròpia ibèrica global a l'estil de la resta de pobles mediterranis, o si bé el que esdevé és una introducció de sistemes de mesures forans que les comunitats ibèriques adapten posteriorment a les seves necessitats socials i culturals, amb l'objecte d'assegurar el comerç tant entre les pròpies societats ibèriques com amb la resta dels pobles mediterranis. Creiem que l'objectiu final és fixar unes regles del joc bàsiques codificades i reconegudes tant externament com interna, basades en uns sistemes de mesures antropomètric de fàcil equivalència.

## Introducció: objectius i metodologia

El segon aspecte on hem volgut centrar la nostra atenció és en el plantejament geomètric constructiu ibèric. Creiem que no s'ha d'entendre l'anàlisi de les proporcions des d'un punt de vista de l'harmonia i de l'estètica, sinó com un recurs geomètric vital per assegurar l'estabilitat i la coherència de qualsevol construcció. En aquest sentit, tota obra arquitectònica, des del més modest fons de cabana fins al més complex sistema defensiu o el més sumptuós dels temples, porta de manera intrínseca un estudi previ del disseny constructiu més adequat, pel qual s'ha d'optar per una determinada unitat de mesura. La identificació d'aquesta és una de les qüestions més complicades, ja que no és sempre fàcil definir el projecte constructiu i per extensió la seva metrologia, degut a que en determinats casos com les plantes circulars, aquestes no poden ser descompostes en mòduls menors.

L'elecció d'un determinat disseny o altre està condicionada principalment pels coneixements tècnics de cada moment històric, associats a les condicions específiques de cada obra i a la voluntat de la comunitat que encarrega la construcció. Les comunitats i els constructors ibèrics no són sinó el reflex del seu moment històric, en el qual es combina la transmissió de tradicions constructives heretades des de l'edat del bronze i el primer ferro, amb la introducció de nous sistemes de proporcions adaptats de l'àmbit mediterrani. En relació a aquest segon punt, creiem necessari fixar quina és la teoria de la proporció vigent a l'arquitectura mediterrània coetània al nostre marc d'estudi, per tal d'apreciar quin és el grau d'adaptació de les diverses comunitats ibèriques.

D'aquesta manera, hem proposat diverses restitucions geomètriques, on el mòdul o element mètric és la mesura bàsica per a la construcció de tota teoria de la proporció, és a dir, hem intentat trobar la mesura bàsica constructiva, a partir de la qual es disposen la resta de les magnituds. Aquesta metodologia no ha estat pràcticament emprada en la recerca al nostre país.

El nostre punt de partida és que la cultura ibèrica se situa immersa dintre de la complexa i múltiple estructura mètrica mediterrània on, fins a la unificació romana, existeix una gran diversitat dels criteris mètrics. La nostra anàlisi s'ha centrat, principalment, en els sistemes geomètrics presents a algunes torres ibèriques, on es comprova com els ibers eren coneixedors dels principals sistemes de representació geomètrica característics de la Mediterrània a l'antiguitat.

Pel que fa a la recerca sobre els sistemes de mesures històrics, aquesta ha estat especialment extensa per al món grec, egipci i mesopotàmic, on trobem un important

volum de bibliografia especialment centrada des del segle XIX en els monuments i edificis més reconeguts d'aquestes cultures, com seria el cas de les piràmides egípcies o el Partenó d'Atenes. En tots aquests casos s'observa una heterogeneïtat completa de patrons, tot i que els vincles comercials i culturals que han caracteritzat als diversos pobles que han habitat la Mediterrània al llarg de la història comporten, al mateix temps, el desplaçament dels patrons mètrics. L'avantatge principal que presenta la interpretació metro lògica en aquestes cultures és que es disposa, per una part, de fonts literàries pròpies on es determina el valor i la denominació de cada unitat, i per una altra part es coneixen fonts posteriors que fan referència a unitats anteriors i mostren l'equivalència amb unitats modernes.

Pel que fa a la recerca sobre aquest tema al món ibèric, el fet de no disposar de fonts pròpies ni foranies que facin referència al model constructiu ibèric, comporta que les nostres interpretacions hagin d'estar basades fonamentalment en l'estudi de l'arquitectura i l'urbanisme com a font pròpia. Aquesta situació, de fet, no és tan diferent del que ocorre al món grec on, tot i que les referències escrites i iconogràfiques són força nombroses, la diversitat de criteris i modulacions ha comportat que les interpretacions proposades per a les unitats de mesura hagin estat basades principalment en l'anàlisi arquitectònica de les edificacions, servint-se de les fonts com a recolzament.

L'elecció dels diversos assentaments que hem analitzat en aquest estudi ha estat basada, a més del criteri geogràfic i cronològic, en la potencialitat metro lògica, tot intentant mostrar, quan és possible, un ventall ampli d'assentaments ibèrics, tant *oppida* de primer ordre com altres assentaments d'una entitat més reduïda. La finalitat última és la de poder establir possible diferències i analogies territorials tant a nivell de configuració macroespacial del territori com a escala microespacial dintre de cada assentament.

El primer punt del nostre estudi ha estat la determinació de la distribució de l'espai habitat, és a dir, l'estudi dels traçats reguladors urbanístics. Així, malgrat que bastants assentaments ibèrics presenten una disposició urbanística irregular, lluny de l'ortogonalitat que caracteritza l'urbanisme d'altres cultures contemporànies, alguns elements indiquen l'existència d'una planificació racional prèvia. Entre ells esmentem la separació entre l'espai públic i l'espai privat, o l'existència d'espais de circulació clarament diferenciats. Tot això implica que, prèviament, ha estat necessària una subdivisió de l'espai en parcel·les o lots realitzats en base a uns sistemes mètrics preestablerts i codificats.

## Introducció: objectius i metodologia

A més de l'anàlisi urbanística, el principal volum de dades l'hem obtingut de l'estudi d'aquelles edificacions d'ús col·lectiu que poden ser considerades emblemàtiques per la comunitat, i a les quals es destinen els principals esforços constructius tant a nivell econòmic com personal, i que comporten una càrrega ideològica i simbòlica de representació de la comunitat, a més d'una voluntat major de perduració en el temps que portarà a que s'emprin les millors matèries primeres i els constructors més experimentats, sense descartar la participació d'equips de constructors forans itinerants. Aquestes construccions les hem dividit en arquitectura defensiva<sup>1</sup> -especialment muralles i torres-, arquitectura cultural i, en darrera instància, les estructures d'emmagatzematge com són els graners elevats. Interpretem aquesta sèrie d'elements com indicadors del prestigi d'una determinada classe social, que pot organitzar aquestes estructures complexes i, al mateix temps, mostrar el prestigi derivat de les relacions comercials amb el món grec i semita.

Dintre del nostre estudi no hem tingut en consideració la possible parcel·lació del territori ibèric i la seva distribució en lots de terres, tal i com es documenta al món grec i romà. En aquest sentit, la recerca actual no permet disposar de dades arqueològiques significatives per considerar l'existència d'una parcel·lació pròpiament ibèrica, amb anterioritat a la romanització de la Península<sup>2</sup>. Sobre possibles sistemes preromans de mesura associats a la cadastració, les fonts llatines fan esment d'una unitat emprada a la Bètica anomenada *acnua* o *agnua*, que és equivalent a un *actus quadratus* de 120 peus<sup>3</sup>. La principal cita que hi fa referència és de l'agrònom gadità Luci Juni Columel·la<sup>4</sup>, que coneixeria de primera mà l'explotació agrícola de la regió i que va ser repetida posteriorment per Isidor de Sevilla<sup>5</sup>, tot i que el més probable és que es tracti únicament d'una denominació diferent d'una mateixa unitat de mesura com és l'*actus*.

---

1 Sobre els costos derivats de les construccions de les fortificacions tenim alguns exemples al món grec on es detallen les jornades de treball, els salaris i els materials constructius necessaris basant-se en interpretacions de l'epigrafia, les fonts escrites i els càlculs demogràfics cf. Ducrey 1986. En relació al mateix tema aplicat al món ibèric cf. Moret 1996, 269; Gracia Alonso 1998, 105-106.

2 Sobre unes propostes de parcel·lació ibèrica cf. González Villaescusa 2002; 2003. En aquests treballs s'esmenta l'existència d'un parcel·lari indígena a la zona edetana amb un patró modular de 0,525 m, datat entre el segle VI i V aC.

3 Varró, *Sobre l'agricultura*, I, 10, 2, pàg. 207, edició de W. D. Hooper i H. B. Ash, Loeb Classical Library, Londres, 1967.

4 Columel·la, *Els treballs del camp*, V, 1, 5-6, pàgs. 364-365, edició de J. I. García, Biblioteca Clásica Gredos, 329, Madrid, 2004.

5 Isidor de Sevilla, *Orígens*, 15, 15, 5.

En darrera instància, després de l'anàlisi de les toves conservades als diferents assentaments ibèrics septentrionals i centrals, hem hagut de descartar les mesures de les toves com a element constructiu que aportí informació sobre la metrologia, ja que, aquestes presenten una variabilitat considerable de les seves mides, sense que pugui ésser definit un mòdul base, o bé unes certes afinitats modulars (Belarte 1997, 84-86). La problemàtica principal és que es conserven poques elevacions de toves *in situ*, i la majoria de les restes provenen d'enderrocs, amb la qual cosa presenten un elevat grau de fragmentació, i fins i tot diverses mesures poden haver sortit d'un mateix mòdul de toves (Chazelles 1997, 60). Malgrat això, en els casos on s'han pogut recuperar elevacions de toves, com pot ser el cas de Illa d'en Reixach (Ullastret), Mas Castellar de Pontós, el Puntal dels Llops (Olocau) o el Castellet de Bernabé (Llíria), tot i presentar una certa preferència pels mòduls de tipus liti seguint una relació 1,5 a 1 entre l'amplada i la llargada (0,4 per 0,3 m), aquestes toves mostren una gran variabilitat. Les mides dependran de la seva disposició en el mur, si es col·loca de llarg o bé de través, o bé si es disposa en l'angle de l'estructura, amb la qual cosa pot modificar-se la seva longitud, així com si l'ús de la tova no està destinat a l'elevació de parets, sinó que forma part d'un altre tipus d'estructures. Únicament en determinats casos com els dels assentaments propers del Puntal dels Llops o el Castellet de Bernabé, tots dos dintre de la *regio* edetana i on s'ha conservat un important nombre de toves senceres mostren certs patrons comuns que poden fer pensar en l'ús d'un mateix mòdul, que contrasta amb les restes més escasses recuperades a la capital del territori edetà, Tossal de Sant Miquel, que presenten unes proporcions diferents.

El marc geogràfic del treball s'ha centrat principalment en la zona ibèrica septentrional i central, que correspon aproximadament amb les actuals comunitats de Catalunya i València (fig. 1). Som conscients que aquesta delimitació és arbitrària i no respon a límits antics, sinó a una diferenciació moderna. L'objectiu és el de poder establir models diferenciats a les diferents comunitats ibèriques que ocupaven aquest territori, des del límit sud de la tribu dels contestants (sud d'Alacant) fins al límit del poble indiketa (nord de Girona). Hem escollit, a més, aquestes regions perquè responen a models territorials i jeràrquics diferents, amb escales d'ocupació molt diferenciades entre el model centralitzat que observem a la *regio* edetana i models de tipus més polinuclear com pot ser la *regio* contestana o la laietana. La voluntat final és la definir si els sistemes de mesures i el coneixement geomètric s'estenen de manera comuna a totes aquestes poblacions, o si bé existeixen trets diferencials entre comunitats veïnes, o fins i tot dintre d'una mateixa ètnia. En aquest sentit hem de comparar la situació, a grans trets, amb la que s'identifica a les *poleis* gregues on

## Introducció: objectius i metodologia

gairebé cada ciutat tenia el seu propi sistema metrològic i on les diferents aliances intenten imposar el seu sistema de pesos i mesures.

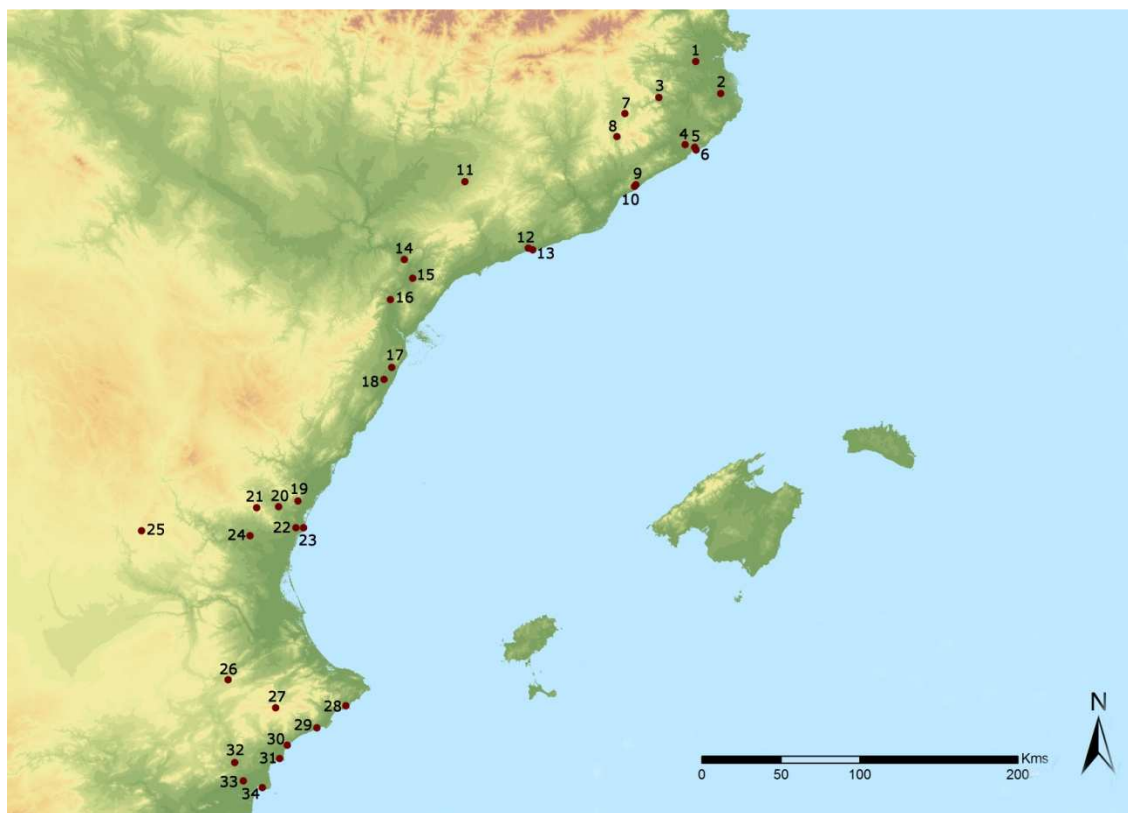


Figura 1. Mapa de la costa oriental de la península Ibèrica amb els assentaments ibèrics i iberoromans esmentats al text: 1. Mas Castellar; 2. Puig de Sant Andreu; 3. Puig d'Àlia; 4. Montbarbat; 5. Puig Castellet; 6. Turó Rodó; 7. Casol de Puigcastellet; 8. Turó del Montgròs; 9. Burriac; 10. Turó dels Dos Pins; 11. Estinclells; 12. Les Guàrdies; 13. Alorda Park; 14. Sant Miquel; 15. Castellet de Banyoles; 16. Castellot de la Roca Roja; 17. Moleta del Remei; 18. Perengil; 19. Sant Josep; 20. Rotxina; 21. Torrejón; 22. Sagunt; 23. Grau Vell; 24. Cova Foradada; 25. Molón; 26. Bastida de les Alcusses; 27. El Puig; 28. Empredrola; 29. Tossal de la Cala; 30. Illeta dels Banyets; 31. Tossal de Manises (Lucentum); 32. Regia de las Tres Hermanas; 33. Alcúdia; 34. La Pícola.

Tot i que el nucli principal d'aquest treball el constitueix l'anàlisi metrològica de l'arquitectura i l'urbanisme ibèrics, hem cregut convenient comparar els resultats obtinguts amb l'anàlisi metrològica dels principals assentaments de la Gàl·lia meridional, els quals ja havien estat estudiats en gran part (Roth-Congès 1985, Tréziny 1989, Garcia 2004), amb l'objectiu de poder comparar metodologies de treball similars, així com establir dinàmiques metrològiques semblants amb les identificades especialment a la zona nord-est de Catalunya. El segon objectiu d'aquesta ampliació de la recerca cap al nord és el de copsar les diferents escales d'adaptació dels sistemes metrològics focuus occidentals entre l'àrea massaliota i l'àrea emporitana, així com l'adopció dels coneixements geomètrics grecs procedents de la Mediterrània

central, com pot ser el cas del descobriment de la irracionalitat, i la seva implantació a les comunitats gregues de la Mediterrània occidental.

D'una manera semblant, hem cregut oportú especialment en el cas de la regió contestana, tenir en consideració el paper de l'arquitectura i la metrologia fenícia occidental i la seva possible repercussió metrològica en l'arquitectura ibèrica. En el cas emporità i massaliota, aquests enclavaments van tenir un paper fonamental en l'adopció per part de les comunitat ibèriques de sistemes de mesures forans, de la mateixa manera hem de valorar el paper que va poder jugar la important presència fenícia occidental en la costa alacantina com a vertebradora i introductora de mètodes orientals als esquemes constructius ibèrics. Tal i com hem realitzat en el cas dels assentaments de la Gàl·lia meridional, no ens hem limitat a analitzar l'arquitectura i l'urbanisme locals, sinó que hem plantejat una anàlisi metrològica global de l'arquitectura fenícia occidental, amb especial atenció al que esdevé a la península Ibèrica des dels primers enclavaments fenicis del segle VIII-VII aC fins a l'arribada del contingent bàrquida en el darrer terç del segle III aC.

Pel que respecta al marc cronològic, ens hem centrat en el període comprès entre els segles V i II aC, que correspon a l'etapa ibèrica plena i els primers moments de romanització. No hem inclòs en aquest estudi el període corresponent al primer ferro i l'ibèric antic (segles VIII-VI aC), ja que no hem identificat estructures o assentaments que puguin ser analitzables mètricament, en comparació amb el que esdevé en l'etapa posterior. Un cas excepcional d'aquest període és l'assentament de l'Oral a San Fulgencio, que es caracteritza per un urbanisme de tipus complex amb lots de cases delimitades per carrers, però on no es mostra una esquema urbà ortogonal, sinó un urbanisme de tipus orientalitzant, que es caracteritza per l'aleatorietat en la distribució de les cases amb una disposició irregular de les parcel·les.

A partir del segle V aC i especialment a partir de la següent centúria, apreciem la introducció de plantes de tipus rectangular amb els angles escairats, el que demostra el coneixement ja en aquest moment de les virtuts del triangle pitagòric per comprovar la perpendicularitat dels murs, bé sigui plasmat mitjançant l'ús de cordes amb nusos equidistants o amb la utilització d'escaires. Aquest moment correspon igualment a la difusió en els sistemes defensius de torres de tipus rectangular, les quals seran especialment comunes a les fortificacions del segle IV aC (Moret 1996, 210; Gracia Alonso 1997a, 205), i que mostraran uns coneixements geomètrics dels constructors ibèrics desconeguts en l'etapa anterior. Aquestes estructures mostren un saber matemàtic ibèric basat en una geometria senzilla, que demostra com els constructors



## Introducció: objectius i metodologia

ibers són coneixedors dels principis de la irracionalitat, així com d'altres proporcions de tipus natural. Serà a partir de l'anàlisi d'aquesta geometria quan podrem individualitzar unitats de mesura i plantejar així l'existència d'un sistema de mesures pròpiament ibèric.

Pel que respecta a l'urbanisme, en aquest moment es documenten les primeres implantacions de tipus ortogonal, com pot ser el cas de la ciutadella ibèrica d'Alorda Park de Calafell, que mostren una voluntat de planificació prèvia clara de l'espai disponible. Aquest fenomen serà especialment freqüent en el cas d'aquells assentaments de nova planta fundats a la segona meitat del segle III aC, que indiquen una racionalització completa de tota la planta urbana de l'assentament.

En darrera instància, hem cregut important no limitar aquest estudi únicament a l'etapa ibèrica, sinó esbossar com l'arquitectura i l'urbanisme ibèrics s'imbriquen dintre dels esquemes constructius romans, per tal de delimitar si existeix un trencament durant la etapa de romanització, amb la imposició dels sistemes de mesures i les tècniques constructives romanes, o si bé esdevé una assimilació de les unitats de mesura romanes dintre d'esquemes edilicis ibèrics.

### 1.2 Metodologia

Per a la nostra recerca ens hem valgut fonamentalment dels jaciments estudiats més recentment, i en aquells on les distintes fases d'ocupació han estat ben definides i delimitades, especialment quan hem pogut comptar amb una planimetria completa i detallada. Pel que respecta a la distribució urbanística, hem mostrat una especial atenció a aquells poblats que presenten una única fase d'ocupació datada durant el segle III aC, amb l'objectiu que la irrupció de les constants reformes urbanístiques pròpies dels assentaments amb una cronologia més extensa no interfereixin amb els resultats globals, així com intentar evitar en la mesura de les nostres possibilitats altres dificultats com el desconeixement de nivells antics, la transformació d'esquemes constructius o l'espoli de murs. Hem hagut de descartar, per tant, al nostre estudi alguns assentaments potencialment atractius, però on és força difícil definir les diverses etapes constructives, o bé on la parcialitat del registre no ens permet aventurar hipòtesis de treball significatives. Alguns dels jaciments triats són el Castellet de Banyoles de Tivissa, els Estincells de Verdú, el Puig Castellet de Lloret de Mar o el Puntal dels Llops d'Olcou, tot i que aquest darrer cas no es data al darrer terç del segle III aC, sinó durant el segle V aC, però tot el plantejament urbanístic correspon a un mateix moment constructiu.

Partim d'un desconeixement tant literari com arqueològic de les possibles unitats de mesura ibèriques, a excepció dels estudis pioners de P. Moret (Moret 1998, 2002). Aquest fet ha marcat que la nostra recerca s'hagi centrat en recollir el major nombre possible de dades mesurables: amplada de les estances, illes de cases, carrers, mesura del sòcol dels murs, distància entre les torres defensives, mesures de les torres, etc. L'objectiu principal és no inferir arbitràriament amb cap dels sistemes de mesures coneguts a l'àmbit mediterrani, deixant obert qualsevol aplicació d'unitats tant foranes com locals.

El primer pas que hem efectuat en la nostra recerca és la identificació d'aquells elements urbans o estructures analitzables metrològicament, com és el cas de les torres defensives rectangulars o la planta dels temples. Posteriorment, hem comprovat les principals mesures analitzables, que han estat constatades basant-se en les darreres planimetries topogràfiques que han estat publicades o bé que han estat cedides per al nostre treball, al que hem de sumar la descripció de dades ofertes a les memòries d'excavació i a les distintes publicacions. Aquestes planimetries han estat, en primer lloc, referenciades i escalades i, posteriorment digitalitzades gràcies a les possibilitats que ofereix un programa de dibuix assistit com AUTOCAD, per tal de definir correctament les mesures particulars i globals. Amb l'objecte de minimitzar al màxim els errors diferencials hem optat, quan era possible, per la utilització d'una escala 1:20 en les planimetries de base.

En un segon moment, aquestes mesures identificades a partir de l'anàlisi de les planimetries o bé a partir de les descripcions realitzades han estat comprovats empíricament al camp, quan ha estat possible. Aquest pas ha estat fonamental abans de plantejar qualsevol restitució geomètrica i metrològica, ja que, per una part, en ocasions, les mesures que es donen a les diferents publicacions són aproximades o arrodonides i, en d'altres, les planimetries són esquemàtiques i no es poden definir les dimensions exactes.

Tot i així, en alguns casos ens hem hagut de valer dels resultats presents a les publicacions, ja que la contrastació d'aquests al camp és impossible per l'estat de conservació en què el jaciment es troba a l'actualitat, o pel fet que les estructures constructives estan totalment cobertes per la vegetació. En d'altres casos on el jaciment ha estat consolidat per a la seva museïtzació, és a dir, que els murs han estat restituïts, ens hem hagut de valer de les informacions proporcionades a les memòries d'excavació on es detalla l'amplada de cadascun dels murs, prèviament a la seva adequació museogràfica.

## Introducció: objectius i metodologia

La mesura dels murs al camp ha estat efectuada amb cinta mètrica, agafant tant l'amplada de tots els murs relatius a un mateix moment constructiu, com totes aquelles mesures que es puguin prendre a cada estança. Així, hem definit tant l'amplada total del recinte com la seva llargada i la repartició dels murs interns que configuren l'espai domèstic. Amb aquesta fi es pretén definir l'amplada mitjana dels murs, i individualitzar el patró mètric que pugui haver-se fet servir per aixecar aquestes estructures. Així mateix, l'anàlisi detallada d'aquestes construccions ens permet elaborar hipòtesis sobre el plantejament inicial amb el qual van ser edificats, i definir aquells instruments que van poder emprar-se per la construcció de l'assentament i la repartició de l'hàbitat. En el cas de les estructures defensives hem pres les mesures de la llargada i l'amplada, així com l'amplada dels murs quan aquesta torre no sigui massissa. Quan les torres es disposen separades de manera regular hem agafat la mesura entre l'exterior d'aquestes.

Respecte a l'aproximació d'aquestes mesures, hem optat per prendre-les tant sobre el terreny com a partir de la referenciació de les planimetries, en metres fins a dos decimals, per tal de ser el més precís possible. A l'hora de plantejar les diverses restitucions mètriques, hem observat com aquestes mesures poden presentar una certa desviació respecte al traçat regulador hipotètic, el qual es pot veure afectat per factors molt diversos, com pot ser la mala plasmació sobre el terreny del disseny, o bé a causa d'esdeveniments posteriors que poden haver modificat les mesures inicials, o bé pel fet de restituir l'esquema inicial a partir d'una unitat diferent, en aquest cas basada en el sistema mètric decimal. El grau de tolerància és variable depenent de cada construcció i dels materials constructius emprats, així com de l'eina de mesura utilitzada (Lorenzen 1966, 22), però en el nostre cas hem considerat una desviació estàndard entre el 1 i 2%, amb una màxima del 5% per acceptar o descartar una proposta de restitució.

La importància de disposar d'unes mesures precises és que d'això depèn la identificació del traçat regulador de la construcció. Per traçat hem d'entendre el disseny teòric realitzat a partir d'una modulació prèvia a la seva construcció. A partir de les diferents mesures, especialment en el cas de les plantes rectangulars dels magatzems, torres i temples, es poden calcular les proporcions geomètriques i aritmètiques entre les diferents parts de l'edifici. Pel que respecta a les proporcions emprades, hem de partir de la premissa que tot edifici, per més modest que sigui, té un disseny previ i una anàlisi de les proporcions. La implantació de l'arquitectura no és en

aquest sentit aleatòria, sinó que respon a unes normes bàsiques que assegurin l'estabilitat de la construcció.

En el nostre cas, la identificació de la proporció emprada es basa en la relació entre la llargada i l'amplada de cada estructura, ja que, el nivell de conservació de les estructures no permet establir la proporció a partir de l'alçada. A partir de la determinació de la proporció podem realitzar un plantejament teòric de quin hauria estat el disseny previ de la construcció, que hauria estat plantejat sobre el terreny o bé sobre altra superfície mitjançant eines de mesura. En aquest sentit, la definició d'una proporció o altra està determinada en primer lloc pels condicionants topogràfics de la superfície, així com per l'existència d'altres estructures anteriors que delimitin l'espai disponible. Un cop delimitat l'espai a construir entren en joc els coneixements tècnics del constructor ibèric, per adaptar l'estructura a la topografia de la manera més eficient possible. La tècnica emprada depèn bàsicament de l'experiència dels constructors i els seus coneixements, que no són sinó la plasmació dels principals coneixements geomètrics i matemàtics del moment.

És fonamental, en aquest sentit, conèixer quins és el saber matemàtic i geomètric de cada societat, per tal de no realitzar inferències ni plantejaments ideològics moderns allunyats de la realitat arquitectònica antiga. Un exemple d'aquesta inferència moderna és la problemàtica de l'aplicació o no de la proporció àuria a l'arquitectura antiga. L'important component ideològic i estètic, gairebé místic, que s'ha donat a aquesta proporció fa que, o bé s'hagi descartat la seva aplicació arquitectònica fins època moderna o bé es retrobi de manera constant a les principals obres arquitectòniques, entenent aquesta proporció com a natural i harmònica. Creiem que, en aquest cas, hem d'optar per un punt intermedi ja que l'estudi de les proporcions de diversos edificis ha demostrat la utilització del rectangle auri, però s'ha de extreure el seu simbolisme místic i valorar el seu sentit geomètric, que farà que sigui estès a l'arquitectura antiga.

Com apunta J. J. De Jong, el disseny arquitectònic previ deu ser aplicable en termes dels procediments matemàtics de l'antiguitat, així com expressable en mesures pràctiques que atorguin estimacions exactes basades en un mòdul constructiu (Jong 1989, 103). Hem d'entendre el mòdul com la mesura bàsica de la construcció a partir de la qual es dedueixen la resta de mesures (Coulton 1989, 85). A les regles de l'ordre

## Introducció: objectius i metodologia

dòric, Vitruvi dóna la primera definició de l'antiguitat del que s'entén per mòdul<sup>6</sup>, com a unitat bàsica que pot variar en termes absoluts d'un edifici a un altre.

Per al nostre estudi, un cop determinat el sistema de proporcions emprat a la construcció hem procedit a la identificació del mòdul, que és el resultat de la divisió entre les principals mesures de l'edifici, on s'obté una mesura bàsica que es repeteix fins a configurar la planta de l'estructura (fig. 2). En el cas de les proporcions racionals basades en nombre sencers com poden ser les proporcions 2-1, 3-1 o els triangles pitagòrics 3-4-5, s'ha procedit a dividir el costat llarg i el costat curt del rectangle seguint aquestes proporcions, el que ens dóna el mòdul base que posteriorment ha de ser subdividit per identificar la unitat modular, que es correspon amb una unitat mètrica real, mitjançant la qual es materialitza la construcció. Més problemes plantegen les proporcions de tipus irracional, com són la proporció àuria o la d'arrel quadrada de 2, que presenten la característica de no poder ser expressada mitjançant nombres naturals, però sí aproximades i descompostes mitjançant nombres fraccionaris o bé seguint seriacions numèriques.

L'objectiu final és, per tant, la identificació de la unitat de mesura a partir de la qual es planteja tota l'estructura, així com la seva plasmació. Ambdues estan basades en mesures antropomètriques, tal i com és característic de l'arquitectura abans de la introducció del sistema mètric decimal.

La unitat de mesura es correspon amb el valor del peu o del colze, els quals varien en la seva mesura depenent de cada societat i cultura. Així, la Mediterrània a l'antiguitat es caracteritza per una heterogeneïtat del valor de cada unitat, com a mostra de les diferents realitats polítiques. La seva plasmació, tot i la variabilitat, respon a uns criteris antropomètrics codificats. Els que observem principalment són la braça, que es correspon amb un valor de 6 peus, el pas que es correspon amb 5 peus, i la pèrtica o *akaina*, que es correspon amb 10 peus o 2 passos.

El coneixement de la unitat de mesura emprada a cada construcció és la que ens permetrà inferir interpretacions de tipus històric. Per una part, podrem observar si existeix o no una metrologia pròpiament ibèrica, o bé si el que trobem a l'arquitectura ibèrica és una adaptació dels principals sistemes de mesura presents a l'arquitectura mediterrània i que els constructors ibèrics implanten a les seves obres. Per altra part,

---

6 Vitruvi, *Deu llibres d'arquitectura*, I, 2, 14, pàg. 8-9, edició facsímil 1787, Biblioteca Altafulla 4, Barcelona, 1987.

és important definir si la implantació metrològica respon a un pla homogeni que s'aplica a totes les estructures o, bé si es poden aplicar unitats diferents dintre d'una mateixa construcció, el que pot estar implicant una diferenciació de tipus cronològic o la participació d'equips diferents de constructors que estarien emprant unitats distintes.

Finalment, per la representació gràfica hem optat per plasmar la darrera planimetria disponible de l'assentament sobre la qual hem indicat en primera instància les principals mesures expressades en metres i, posteriorment, hem plasmat la restitució geomètrica gràfica expressada en la unitat modular identificada.

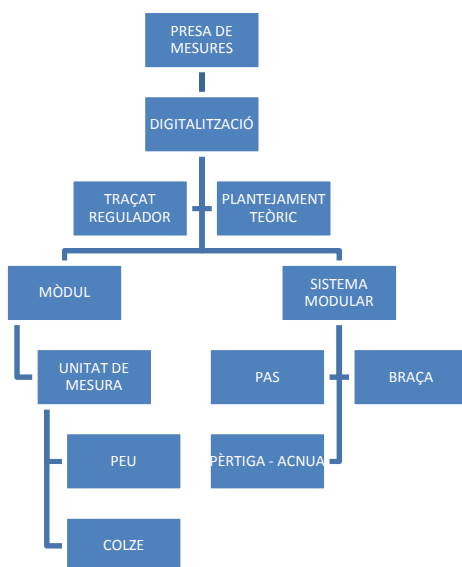


Figura 2. Organigrama emprat per a l'estudi metrològic que s'ha aplicat a cada assentament.

La metodologia emprada ha estat adaptada del treball de M. Almagro-Gorbea i J. L. Jiménez sobre la metrologia i modulació del temple de Juno de Gabii (Almagro-Gorbea i Jiménez 1982). La principal diferència amb el nostre estudi és que aquest té com a punt d'inici la definició de la unitat de mesura, el peu romà de 0,3 m i, a partir de l'ús d'aquest es determina la modulació i proporció de la planta. En el nostre cas, l'heterogeneïtat de les unitats de mesura fa que la determinació d'aquestes hagi de ser el darrer pas. En qualsevol cas considerem especialment destacat aquest treball pel que respecta a l'anàlisi de les proporcions i el traçat regulador. Així, a partir de l'anàlisi de les mesures es determina un traçat basat en l'aplicació sistemàtica del triangle de proporció 3-4-5, seguint una unitat de modulació o mòdul que es correspon amb el *decempedae* (Almagro-Gorbea i Jiménez 1982, 90). Juntament amb aquest treball, hem de destacar per la influència que ha tingut en el nostre treball l'estudi sobre la metrologia arquitectònica massaliota d'Henri Tréziny, ja que introdueix l'aplicació de les proporcions irracionals a l'arquitectura grega, així com la seva descomposició

geomètrica (Tréziny 1989). En darrera instància, hem considerat molt especialment els treballs de P. Moret que van ser els primers en plantejar la existència d'un sistema de mesures pròpiament ibèric, la qual cosa hem pogut corroborar amb el nostre treball.

En els casos on es disposa d'un conjunt ample d'elements mesurables, corresponents a una mateixa fase constructiva, com pot ser el cas de les amplades dels diferents recintes (Estinclells, Tivissa, Puntal dels Llops, Turó Rodó), la distància del llenç entre les diverses torres (Ullastret) o les amplades de les portes (Bastida de les Alcusses) s'ha optat per aplicar anàlisi estadística, per tal de determinar, la unitat de mesura mitjana emprada i, per una altra part, la seva desviació estàndard. Creiem que la interpretació estadística ha de servir per validar el valor aproximat d'aquesta unitat, intentant no introduir noves unitats de mesura, el que seria el resultat d'escollir les mesures de base d'una manera arbitrària.

### **1.3 Origen i evolució dels patrons mètrics: els primers sistemes de repartiment del sòl.**

Les primeres proves documentades al context mediterrani de l'adaptació de patrons mètrics a l'urbanisme, l'arquitectura i la divisió del territori corresponen a les cultures egípcies i mesopotàmica, que seran les primeres a adoptar un sistema de mesures tancat.

A Egipte, les crescudes del Nil eren mesurades i distribuïdes, per tal de repartir el territori i portar un control legislatiu i econòmic d'aquestes terres<sup>7</sup>. Aquest seria, per tant, l'origen dels càlculs geomètrics. Les mesures de distància d'aquestes primeres comunitats egípcies es basaven en parts del cos humà, essent el colze el patró bàsic. Com a instruments de mesura per traslladar aquestes distàncies els egipcis comptaven, principalment, amb el *merkhet*, que consistia en una plomada que s'alineava per tal de traçar línies rectes i que amb l'ajuda de cordills i vares permetia obtenir una gran precisió; a Egipte s'han preservat alguns d'aquests instruments com el regle d'Harmhab recuperat a Memphis i que mostra el colze reial egipci, i que pertanyia a un faraó de la XVIII dinastia (Berriman 1953). Al museu egipci de Torí es conserven també dues regles de mesurar que mostren el colze reial, i es subdivideixen en set pams i en vint-i-vuit dits, respectivament (Docci i Maestri 2006, 23). Amb aquestes eines es projecten les grans edificacions egípcies com les piràmides. La piràmide de Keops (2600 aC) possiblement es basava, així, en una base de 440

---

<sup>7</sup> Heròdot, *Històries*, 2.109. 1, edició de A. D. Godley, Loeb Classical Library, Londres, 1960.

colzes reials de 52,35 cm (Dilke 1971, 21). Seguint les descripcions dels autors grecs, aquests aprendrien la geometria i la divisió de la terra dels egipcis:

«D'aquests (els egipcis) ve que, en la meua opinió, els Grecs aprendrien l'art de mesurar la terra; el rellotge de sol i les dotze divisions del dia, vindrien a Grècia des de Babilònia i no des d'Egipte»<sup>8</sup>.

«I Pitàgores va aprendre dels Egipcis els seus ensenyaments sobre els deus, les seves proposicions geomètriques i la teoria dels números, així com la transmigració de l'ànima dintre de cada ésser viu»<sup>9</sup>.

«Com els antics ens van transmetre, la primera preocupació de la geometria era la mesura i la distribució de la terra, d'on prové el nom de geometria. El concepte de mesura va ser descobert pels Egipcis; unes quantes parcel·les de terreny desapareixien amb les inundacions del Nil [...] Per aquesta raó els Egipcis van concebre mesurar la terra deixada pel Nil: mesuraven cada costat de la parcel·la amb cordes, vares o altres mesures. La seva utilitat per la humanitat va fer que la pràctica s'estengués ràpidament per tot arreu»<sup>10</sup>.

A Mesopotàmia el desenvolupament de la geometria, l'aritmètica i l'àlgebra és considerablement gran. Aquests coneixements es lligaran a l'astronomia i a les necessitats de crear una xarxa de canals per irrigar les terres de conreu. Al món oriental, la repartició del terreny i les disputes al voltant de la irrigació i les millors terres era un fet comú a Babilònia als temps d'Hammurabi (segle XVII aC). La importància del funcionariat per a les tasques de cadastració, supervisió d'obres arquitectòniques i comptabilitat requeria el domini de les unitats de superfície i de longitud (Caratini 2004, 95), així com la seva plasmació mitjançant corda i compàs.

D'aquí que sigui comuna la troballa de tauletes cuneïformes on quedin regulats els camps, els canals i les terres del rei, com és el cas de la tauleta de Nippur datada al 1300 aC. A Babilònia les principals eines per mesurar són la corda i la vara, tal i com es documenta a Egipte. Aquestes eines són emprades per regular la irrigació i la complexa xarxa de canals, pensem llavors que l'eina destinada a aquest efecte seria principalment la corda, ja que permet aconseguir grans distàncies amb una

---

8 Heròdot, *Històries*, 2. 109. 3, op. cit.

9 Diodor de Sicília, *Biblioteca Històrica*, I, 98, pàg. 335, edició de C. H. Oldfather, Loeb Classical Library, 1946.

10 Heró d'Alexandria, *Geometria*, 2, 23. 1, edició de J. L. Heiberg, B. G. Teubner, Stuttgart, 1976.



## Introducció: objectius i metodologia

aproximació de centímetres; en conseqüència, la vara és probablement més emprada per a les edificacions. De tota manera, ambdues eines es podrien fer servir a les construccions més monumentals, com prova una estela pertanyent al ziggurat d'Ur on es presenta al rei Ur-Nammn amb les eines de construcció a la mà, és a dir amb el cordill i la vara de mesurar (Prieto González 1999, 324). La principal representació dels sistemes de mesures mesopotàmics és el regle graduat de Gudea (2175 aC), esculpit a una tauleta i que està subdividit en 16 divisions (dits) iguals de 0,168 m, que seria el que s'anomena *šū-si* sumeri (Berriman 1953). Seguint els textos cuneïformes es coneix que el colze tenia un valor de 30 dits, de manera que a partir d'aquest regle coneixem la mesura lineal bàsica mesopotàmica que és el colze (*kúš*) sumeri, amb un valor de 0,495 m. (Dilke 1987, 25). El múltiple principal d'aquesta mesura bàsica era el *gar* amb un valor de 12 colzes (5,94 m.).

La estandardització internacional del sistema de mesura va correspondre amb la implantació del metre, el litre i el quilogram. La introducció del sistema mètric decimal es va iniciar a França a l'any 1795 i es va estendre per gairebé tot el món durant el segle XVIII. El 20 de maig de 1875 es va signar la Convenció Internacional del Metre, al qual s'adapten els principals països occidentals. Abans de la introducció del metre, totes les cultures es guiaven per sistemes de mesura antropomètrics, pels quals es determinaven unes equivalències basades en la mesura real del cos<sup>11</sup>. Tot el sistema de mesures es basa en la determinació del valor del peu o del colze, a partir del qual es fixen la resta d'unitats (fig. 3).

---

11 Vitruvi, *Deu llibres d'Arquitectura*, III, 1, 5. op cit., pàg. 60.

	Dit	Polzada	Palma	Peu	Colze	Vara
Dit		3/4				
Polzada	4/3			1/12		
Palma	4	3		1/4		
Pam	12		3	3/4		1/4
Peu	16	12	4			
Colze	24		6	3/2		
Vara	48		12	3	2	
Pas	80		20	5	10/3	
Braça	96		24	6	4	

Figura 3. Taula d'equivalències entre les principals mesures antropomètriques.

Per prendre el valor del peu, aquest es deixa recolzat sobre el terreny i serveix com a mesura útil per petites superfícies. El colze té múltiples variants antropomètriques, essent les més comunes la mesura fins a la punta de la mà estirada, amb el puny tancat o fins a la base del polze, aquesta darrera especialment destinada a la mesura de cordes o fils que s'enrotllen entre el colze i el polze (fig. 4). En el cas del colze aquestes mesures reflectirien el que s'anomena colze curt (situat entre 0,45 i 0,46 m.), mentre que en el cas dels colzes reials la seva mesura s'obté d'afegir-li un pam o tres dits. La mesura de llargues distàncies està basada principalment en l'ús del pas, el qual té un valor de 5 peus, ja que correspon a la distància obtinguda en donar dos passos. Els altres valors més emprats per plantejar distàncies grans són la vara i la braça, la mesura de la vara es correspon a la mesura entre els colzes amb els braços doblegats, mentre que la braça es correspon a la mesura resultant de posar els braços en creu amb la punta dels dits estirada.

## Introducció: objectius i metodologia

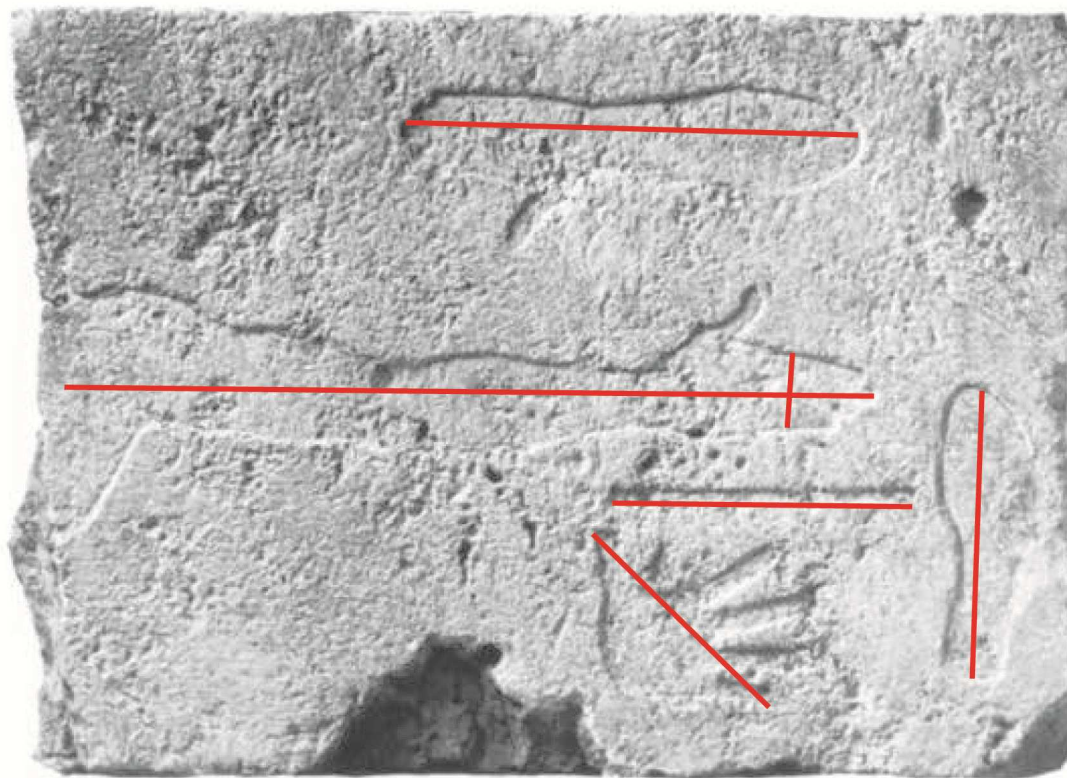


Figura 4. Relleu metrològic grec de Salamis (segle V aC) amb representació de les principals mesures antropomètriques (palma, pam, peu, colze, mitja braça i regle corresponent a una mesura d'un peu).

El problema principal dels sistemes basats en mesures antropomètriques és la variabilitat d'aquestes, ja que no existeix una mesura estàndard i cada poble n'adapta una segons les seves necessitats (fig. 5). Això fa que siguin necessàries durant tota la història reformes de tipus metrològic que facin valer uns determinats patrons (els seus) per sobre d'altres, per tal de fixar les normes dels intercanvis comercials i recaptar impostos, tal i com esdevindrà amb les reformes metrològiques de Soló o Feidó a Grècia, la reforma monetària de Roma del 268 aC o la reforma dels pesos i les mesures d'August al 20 aC, la fixació de les mesures de Carlemany al 789 o la unificació de les mesures de longitud mesures castellanes segons la mesura de la vara de Burgos fixada per Felip II el 1568<sup>12</sup>.

---

<sup>12</sup> La diversificació de les unitats de mesura va ser especialment gran en època medieval, tal i com es plasma en l'assaig de K. Alder (2002), que narra l'odissea dels dos astrònoms francesos encarregats de definir la mesura del metre, a partir de l'arc meridià entre Dunkerque i Barcelona. Per les diverses mesures emprades als Països Catalans, cf. Alsina *et al.* 1990.



Figura 5. Utilització de la braça com a eina de mesura sobre el terreny (esquerra); a la dreta, gravat on es representa el valor de la *Rute* o vara alemanya de 16 peus, el mètode escollit per obtenir la mesura era col·locar 16 homes alts i baixos en filera després de la sortida de missa de diumenge, per tal d'obtenir una mitjana de les mesures dels peus esquerres, figures extretes de l'obra *Geometrie* de 1531 de Jakob Köbel. Font: Deutsche Fotothek.

## 2. Metrologia fenicio-púnica

### 2.1 Antecedents i estat de la recerca

En el moment de començar el nostre treball ens trobem davant d'una mancança d'estudis de síntesi referits concretament a la metrologia fenopúnica. Com hem comentat anteriorment, disposem d'un millor coneixement sobre les unitat de mesura i la metrologia del proper Orient i d'Egipte. Aquesta ha centrat la major part dels estudis de síntesi sobre metrologia antiga, com ara els treballs de Berriman, Rottländer o Hultsch, on ha ocupat sempre un lloc destacat dintre dels capítols introductoris. De la mateixa manera, a les publicacions destinades a l'agrimensura i les eines de mesura grecolatines, la referència a la metrologia oriental sempre ha servit d'eina introductòria (Dilke 1971; Lewis 1997).

La segona part del segle XX ha estat marcada per la identificació de les taules de mesura romanoafricanes, especialment la taula de Leptis Magna (Ioppolo 1967), sobre la qual farem esment seguidament. Al 1974 cal destacar la publicació de la monografia de Mozia per part d'Isserlin i Taylor, on es dedica un petit apartat sobre la metrologia oriental, així com la metrologia fenícia, a partir de les dades obtingudes al propi assentament de Mozia. Únicament un any després, hem de destacar el primer treball de síntesi sobre la metrologia fenícia i púnica, realitzat per André Jodin i titulat *Métrie du Maroc punique et hellénistique*, on es recullen principalment les dades referents a l'assentament de Volubilis, però on també s'amplien les anàlisis a la majoria dels indrets de l'àmbit fenici, incloent també la Hispània romana. Aquest primer treball de compilació ha servit de referència a la major part dels arqueòlegs responsables d'excavacions d'època fenopúnica, ja que ha servit d'eina base a l'hora de plantejar restitucions metrològiques als seus assentaments.

Més abundant han estat durant el darrer terç del segle XX les anàlisis individualitzats d'alguns assentaments fenicis, i que han estat recollits a les respectives monografies. En aquest sentit, hem de destacar per la seva importància els treballs de S. Lancel a Cartago, recollits a la segona monografia de Byrsa (1982), així com els treballs de F. Rakob al Quartier Magon també de la capital cartaginesa i publicats a la primera monografia del jaciment (1991). En darrera instància, hem de tenir en consideració els darrers treballs portats a terme a l'illa de Mozia per part de l'equip de la universitat de Roma dirigits per Lorenzo Nigro, on han interpretat metrològicament el recinte del *kothon* (Nigro 2009b).

A la península Ibèrica hi ha hagut una tradicional despreocupació per les unitats de mesura emprades als assentaments fenicis, i les anàlisis en aquest sentit han passat desapercbudes pràcticament fins els nostre dies (fig. 6). Únicament hem de destacar la interpretació metrològica realitzada per Alfonso Jiménez de la porta de Sevilla de Carmona (1989), que va ser interpretada a partir d'un peu de 0,308 m i que a escala regional ha servir de base a altres plantejaments metrològics posteriors, com és el cas de la muralla de Carteia (Blánquez 2008). En els darrers temps podem observar en el cas de la península Ibèrica una multiplicació d'estudis metrològics a nivell local, i podem apreciar una voluntat per part dels arqueòlegs d'incloure als seus treballs aquestes anàlisis, que fins no fa gaire temps havien restat ignorades. Cal destacar especialment la tasca realitzada per Fernando Prados, que al seu llibre introductori sobre l'arquitectura púnica ja esmenta la importància del colze com unitat de mesura (Prados 2003, 196), però basant-se encara en els plantejaments d'Islerlin i Taylor en el cas de Mozia, i sense introduir nous estudis. Darrerament la revisió feta per part d'aquest autor sobre estructures aparegudes als nivells arcaics de Cadis<sup>13</sup>, així com l'estudi metrològic d'un possible recinte de culte de tipus oriental aparegut al castro portuguès de Ratinhos<sup>14</sup>, ens han portat llum a l'etapa inicial de la colonització fenícia, al que s'ha de sumar l'anàlisi metrològica de les estructures domèstiques de Toscanos i Morro de Mezquitilla (Arnold i Marzoli 2009).

En la línia de la nostra recerca volem destacar els treballs de Paolo Barresi sobre la pervivència de les unitats de mesura púniques en època romana (1991), així com el segon treball de síntesi sobre metrologia púnica i publicat recentment (2007).

---

13 Comunicació presentada al VIIème congrés des études puniques et phéniciennes per Mariano Torres et al., i titulada Bullae de arcillas del siglo VIII a.C. de las excavaciones del solar del Cine Cómic (Cádiz).

14 Comunicació presentada al VIIème congrés des études puniques et phéniciennes per Luis Berrocal i Fernando Prados, titulada Le "Castro dos Ratinhos" (Moura, Portugal) un exemple précoce de la colonisation sacrée phénicienne dans l'occident de la péninsule ibérique (IX-VIIIe s. av.-J.-C.).

## Metrologia fenicio-púnica



Figura 6. Mapa dels principals assentaments fenicis occidentals esmentats al text: 1. Cartago; 2. Lilibeu; 3. Mozia; 4. Palerm; 5. Solunto; 6. Olbia; 7. Cartagena; 8. Morro de Mezquitilla; 9. Chorreras; 10. Málaga; 11. Carteia; 12. Doña Blanca. (font: Académie d'Aix-Marseille, Histoire et Géographie).

### 2.2 Fonts històriques i plantejaments inicials

Abans d'entrar en els usos mètrics presents en el món fenici oriental i occidental cal tractar breument la qüestió de la distribució urbanística i la xarxa viària fenícia. En aquest sentit, al món fenici del Llevant Mediterrani ens trobem davant una aleatorietat en la distribució de les cases amb diferències de mida de les parcel·les i una disposició irregular d'aquestes. Aquest fenomen es continua a les fundacions colonials orientals de la Península Ibèrica, on s'aprecia l'absència d'una organització urbana, el que s'explica per l'heterogeneïtat de la societat fenícia (Díes Cusí 2001, 85). Al món llevantí els principals esforços constructius comunitaris se centren als espais de culte, els sistemes fortificats i als edificis d'emmagatzematge on estructuralment s'identifica una regularitat de la parcel·la i de l'organització interna. Com veurem, algunes d'aquestes solucions constructives haurien estat adaptades al món ibèric.

Com apunta F. Prados, l'arquitectura púnica és una barreja de tradició i conservadorisme amb funcionalitat i adaptació a les necessitats (Prados 2003, 196). Tal i com a la resta de cultures (o pobles) de la Mediterrània, les construccions estan íntimament relacionades amb les proporcions humanes. Tot i així, els sistemes mètrics fenicis i púnics estan basats en el colze, a diferència dels models grecs que es regeixen normalment per l'ús del peu com a mesura. Com ocorre al món grecollatí, el colze no tindrà un valor universal, sinó que la seva mida varia entre les diverses cultures, així com a nivell cronològic.

Les principals eines per mesurar que trobarem al context fenici i palestí seran novament el cordill i la vara. En aquest sentit, tenim notícies de l'ús de la vara de set colzes per a les construccions a Israel i a Babilònia. El colze que es representaria en aquesta vara és l'anomenat colze reial, que és la unitat de mesura amb la qual es va projectar el temple de Salomó a Jerusalem<sup>15</sup>. Probablement, l'única referència sobre sistemes de mesures fenicis és la menció de la construcció d'aquest emblemàtic temple. Salomó va demanar ajuda al rei Hiram de Tir, qui l'hauria proveït del tant preuat cedre del Líban i l'obra hauria estat supervisada per tots dos monarques<sup>16</sup>. Les fonts únicament esmenten la utilització del colze com unitat de mesura, però desconeixem quin valor hauria tingut aquesta. Amb tota seguretat es tractaria d'una unitat oriental, escollida per Salomó per a la planificació del temple, el fet de ser una obra encarregada pel rei israelita ens indica que és aquest qui decideix el projecte constructiu i la seva unitat de mesura:

«Aquestes són les mesures (d'acord amb el patró de mesura) que Salomó va determinar per construir la casa de Déu: era de 60 colzes de llarg i de 20 colzes d'amplada. El pòrtic, que estava a la part davantera del temple, tenia 20 colzes de llargada, com l'amplada de l'edifici, i 120 colzes d'alçada. I el va revestir per dintre d'or pur»<sup>17</sup>.

Una nova mostra d'aquest fet és la construcció del palau de Salomó on s'hauria ajudat novament per obrers fenicis procedents de Tir<sup>18</sup>. De la seva construcció se'ns comenta que tenia una planta de 100 per 50 colzes, que representa una proporció senzilla de 2 a 1, o un doble quadrat de 50 colzes, que es desmarca de la proporció

---

15 Reis 6-7; 2 Cròniques 2-5; Ezequiel 40-43

16 Reis 5. 1

17 Cròniques, 2.3-4

18 Reis, 7.2



## Metrologia fenicio-púnica

àuria identificada anteriorment a la seva edificació (Jodin 1975, 67). Al mateix temps ens dóna unes dades molt interessants sobre els sistemes constructius orientals:

«Totes aquelles obres foren de pedres costoses, tallades i ajustades amb serres segons les mesures, tant per dintre com per fora, des dels fonaments fins als remats, i així mateix per fora fins el gran atri. El fonament era de pedres costoses, pedres grans, pedres de deu colzes i pedres de vuit colzes[...]»<sup>19</sup>.

D'aquesta descripció s'intueix un important treball de la pedra i el plantejament previ del treball seguint un esquema constructiu codificat per part del rei Salomó, del qual s'observa la simplificació dels sistemes de proporcions emprats.

Probablement en la construcció del temple el propi rei s'hauria encarregat del projecte constructiu i la seva execució, mentre que el rei de Tir, per la seva part, hauria estat a càrrec dels seus propis obrers i de l'aprovisionament de les matèries primeres<sup>20</sup>.

Per altra part, a la Bíblia trobem nombroses referències a l'ús del cordill i la vara per mesurar: Sacaries ens parla de la visió d'un home que portava en la seva mà un cordill per tal de mesurar el temple de Jerusalem<sup>21</sup>, al mateix episodi ens fa referència Ezequiel qui comenta que, a més del cordill de lli, portaria una vara de mesurar<sup>22</sup>. Així, també a Jeremies, comptem amb una referència interessant del model de distribució del territori i les eines que s'empren per aquest fi en el moment en què va ser escrit aquest llibre, ja que ens parla de com serà la reedificació d'Israel, la repartició del terreny i la construcció de la ciutat de Jerusalem després de l'Èxode del poble jueu<sup>23</sup>.

### 2.3 Metrologia fenícia oriental

La informació disponible és considerablement minsa per definir quins haurien estat els sistemes de mesures característics de les ciutats palestines. Per aquesta zona, pràcticament no s'han conservat fonts escrites que hi facin referència, tret de la descripció de la construcció del Temple i el Palau de Salomó a la Bíblia i, a més a més, tampoc es conserven eines de mesura pròpies.

---

19 Reis, 7. 9-10.

20 Cròniques, 2. 2-13

21 Sacaries, 2. 1

22 Ezequiel, 40.3

23 Jeremies, 31.39

Per altra part, són molt poques les dades a partir de les quals es pot plantejar una anàlisi metrològica. En qualsevol cas, les referències de què disposem mostren com no existeix una metrologia fenícia pròpia, sinó que aquestes construccions es plantegen seguint els patrons de mesures característics del Proper Orient, a les quals hem fet esment anteriorment. La multiplicitat de les ciutats estats fenícies és un cas semblant al de les *poleis* gregues i, per tant, com en aquest cas, no hi ha una unificació de les unitats de mesura sinó una variabilitat de les aplicacions (fig. 7).

A Biblos s'ha proposat l'aplicació des del tercer mil·lenni del colze mesopotàmic de 0,50-51 m, que es correspon amb l'amplada dels murs del temple de Baal i també amb les dimensions de les toves (Barresi 2007, 17), així com la utilització d'un colze de 0,54 m dividit en tres pams de 0,18 m i un semicolze de 0,27 m, en ús a Biblos des del Bronze Antic (Lauffray 2008, 220). Per altra part, a Eshmun el recinte sacre mesura 59 per 45 m, que ha estat interpretat com equivalent a 130 per 100 colzes egipcis curts de 0,46 m.

Malauradament, l'escassetat de restes analitzables mètricament i de patrons de mesura no permeten fer una evolució de la metrologia fenícia en el Llevant, a diferència del que s'ha pogut comprovar a la metrologia grega. En qualsevol cas, el millor coneixement dels patrons mètrics feniciopúnics a occident sí que ens permet conèixer quins han estat els sistemes de mesures que van ser traslladats per la colonització fenícia, tot i que, com veurem, cada regió tindrà una evolució pròpia i independent dels seus sistemes de mesures. La possible identificació del colze mesopotàmic de 0,49-50 m als primers assentaments colonials fenicis de la península Ibèrica com Toscanos o Morro de Mezquitilla, juntament als nivells més antics de la metròpolis cartaginesa, sembla indicar que aquesta unitat hauria estat un dels sistemes de mesures exportats pels colons fenicis. Com veurem més detingudament, aquesta unitat no es circumscriu únicament als nivells arcaics fenicis, sinó que serà present durant tota la història de l'arquitectura feniciopúnica. Conjuntament amb aquesta, l'altra unitat que tindrà una gran acollida a occident és el colze babilònic de 0,52 m, que identifiquem a Cartago, a Sicília i al sud de la península Ibèrica. El problema principal d'aquesta unitat de mesura és que, a diferència del colze mesopotàmic, no podem definir quin ha estat el seu mitjà de difusió. Com veurem, el colze de 0,52-5 m és conegut al Proper Orient com a colze babilònic, a Egipte com a colze reial i, al mateix temps, és també molt estès al món grec com a colze sami.

## Metrologia fenicio-púnica

Unitats	Valor	Utilització	Cronologia inicial aprox.	Origen
Colze normal sumeri	0,495 m	Biblos	Finals III mileni aC	Regle de Gudea
Colze babilònic o colze reial egipci	0,52 m		Primera meitat II mileni aC	
Colze normal de Nippur	0,518 m	Nippur	Segle XV aC	Mesopotàmia
Colze llarg de Nippur	0,55 m	Ninive	Segle XV aC	Mesopotàmia
Colze neoassiri curt	0,46 m	Eshmun	Segles VIII-VII aC	

Figura 7. Taula amb principals unitats de mesura usades al Llevant en època arcaica

### 2.4 Metrologia fenícia a la Mediterrània central

#### 2.4.1 Taules de mesures nord africanes

Al context romà del nord d'Àfrica, la recuperació al llarg del segle XX d'un nombre important de taules de mesurar pesos, volums i longituds ha estat una descoberta fonamental per poder fixar les unitats de mesura en ús a les províncies africanes en època romana, i per altra part ha estat molt important pel fet de ser una base indispensable per poder estudiar la metrologia púnica anterior. Totes aquestes taules, a excepció de la de Rusguniae recuperada fora de context, han estat descobertes als mercats públics d'algunes ciutats romanes. La seva troballa en aquest indret permet identificar la funcionalitat que tindrien aquests elements, que no és altra que comprovar *in situ*, per part dels arquitectes, les mesures de les diferents peces, i al mateix temps servir de contrastació pública de les mesures en ús, amb una voluntat de regularitat comercial que s'explica per la seva aparició en un context eminentment econòmic com és el mercat (fig. 8).



Figura 8 . Vista del mercat de Cosinus de Cuicul, a la dreta s'observa la *mensa ponderaria* i a la part superior també s'aprecien altres taules dedicades a la comprovació d'estàndards, fotografia extreta de Blas de Roblès i Sintès 2003, 101.

La primera taula va ser recuperada al 1908 a un petit mercat de *Thibilis* (Announa, Algèria), amb una datació que es remunta al segle II dC i es dividia en tres sectors, dels quals només al central estan gravats els tres patrons de mesures, mentre que als altres dos hi havia la inscripció de l'edil M. Marius Aemilianus, qui va encarregar la construcció (fig. 9). La unitat de mesura gravada a la part superior del sector central és un colze púnic de 0,516-4 m, sota d'aquesta mesura s'hi grava un colze més petit de 0,509 m, i a la part inferior del sector està gravat el *pes monetalis* romà de 0,296 m (Gsell i Joly 1914, 78-79). La inscripció situada als voltants de les mesures permet identificar el nom de l'edil municipal, així com una de les seves responsabilitats: *M. Marius Aemilianus, aedilis, mensuras structorias et fabriles curavit*. Aquesta inscripció és important pel fet que és l'única documentada a les taules de mesures de longitud romanes, que fins al moment són anepígrafes. D'altra banda, permet identificar el nom de l'edil i una de les seves funcions com és el manteniment i cura de totes les qüestions relatives al mercat i al fòrum, en una atribució semblant a la dels *agoranomoi* i *metronomoi* grecs, responsables del correcte funcionament de les *agorai* gregues i del correcte ús dels sistemes de mesura de les *poleis*. La funció dels edils de controlar

## Metrologia fenicio-púnica

els pesos i les mesures ve recollida en una *Satira* de Juvenal «et de mensura ius dicere, vasa minora frangere pannosus vacuis aedilis Vlubris»<sup>24</sup>.

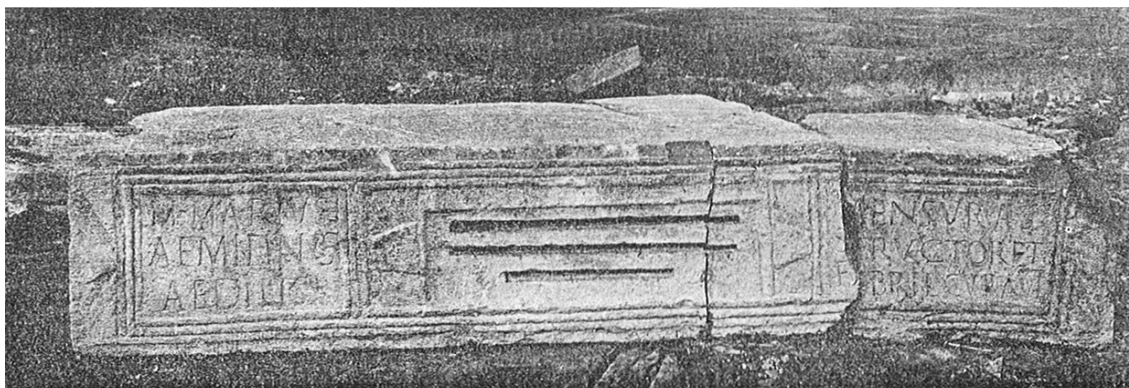


Figura 9. Taula de mesures de Thibilis (extret de Gsell i Joly 1914, fig. 21)

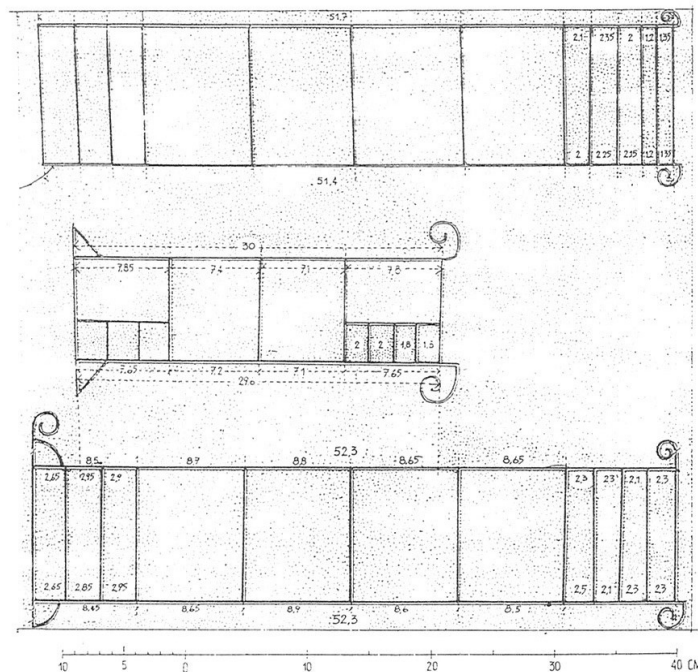
El tercer aspecte a destacar d'aquesta taula és la referència a *structorias et fabriles*, que segons Barresi faria referència al colze de 0,516 i al colze petit de 0,509 (Barresi 1991, 483). Així, la *mensura structoria* es correspon amb la primera unitat, i seria emprada a nivell de projecció arquitectònica, i la *mensura fabrilis* seria una unitat lligada a la tradició púnica, emprada pels mestres d'obres i artesans amb una finalitat pràctica.

Anys més tard, durant les excavacions a *Leptis Magna* (Líbia), es va recuperar, darrere dels pavellons octogonals del mercat augusteu, una altra taula de mesurar, datada al segle III dC, i tallada en pedra calcària local (fig. 10). Aquí s'hi troben gravades novament tres unitats de mesura, però a diferència de la taula de Thibilis no es mostren en una cavitat sinó que són gravades a la pedra, juntament amb les subdivisions de les unitats, com són el pam i el dit. Les unitats gravades són: el colze púnic de 0,514 m dividit en sis pams, i alhora en polzes, dits i uncies; el peu romà de 0,296 m que es divideix en quatre pams, dotze polzes i setze dits; i finalment el colze reial egipci de 0,525 m, que es divideix en sis pams, 3 pams i 4 dits (Ioppolo, 1967). En aquesta taula no està gravat el colze petit de 0,509 m, la qual cosa porta a pensar que aquesta unitat ja no estaria en funcionament al nord d'Àfrica al voltant del segle III i que, per tant, possiblement es tracti d'una mesura més local, probablement lligada a la tradició nùmido-púnica, i que hagi estat substituïda. La considerable diferència espacial entre *Leptis Magna* i *Thibilis* podria fer pensar que el motiu de no identificar la

---

24 Juvenal, *Sàtires*, X, 101-102, pàg. 200, edició de G. G. Ramsay, Loeb Classical Library, Londres, 1961.

A black and white photograph of a rectangular metal plate, possibly a component of a cryptographic device. The plate is divided into a 3x3 grid of larger squares. Each of these squares is further subdivided into smaller squares, creating a fine grid pattern. The central square of the 3x3 grid is empty, while the surrounding squares contain faint, illegible markings or characters. The plate is mounted on a dark, textured surface, and there are visible screws or fasteners at the corners.



Una altra taula va ser recuperada al 1912 al mercat de Cosinius de *Cuicul* (Djemila, Algèria). Aquesta darrera taula es conserva en tres fragments que van ser recuperats separatament. La cronologia de la peça es coneix per la inscripció que menciona



## Metrologia fenicio-púnica

Herodes com a governador, la qual cosa porta a situar la peça al segon terç del segle IV. La taula consta de tres cavitats a la part superior per mesurar volums, en aquest cas de gra, i servia com a garantia de l'estat per verificar les quantitats (Albertini, 1920, 315-320) (fig. 11). A la part dreta de la peça s'ha gravat una única cavitat, en forma de regle, amb una mesura entre 0,515 i 0,52 m, que ha estat interpretat com un colze local lligat novament a la tradició constructiva nùmda (Ballu 1913, 163-164). Una taula de característiques semblants va aparèixer al 1964 a la ciutat romana de *Rusguniae* (Tametfoust, Argèlia). En aquesta ocasió, la taula no es va recuperar *in situ* ni en el context del *macellum*, sinó col·locada en vertical formant part d'estructures d'hàbitat tardanes (fig. 12). Segons ha estat indicat, a la cara superior té dues grans cavitats de boca quadrada i secció troncocònica, així com set cavitats hemisfèriques (Guéry 1962-1965, 34, fig. 16). Aquesta taula presentava un regle com a *Cuicul* però en aquest cas no se n'ha facilitat la unitat de mesura corresponent, tot i que es pot relacionar sens dubte amb un colze (Hallier 1994, 2213).



Figura 11. Taula de mesures del mercat de Cosinus de Cuicul (Djemila), extret de Lancel 2008, 146.



Figura 12. Taula de mesures reaprofitada en estructures tardanes de *Rusguniae*, extret de Guéry 1962-1965, fig. 16.

Les taules per mesurar volums del tipus de la de *Cuicul* són més freqüents en l'arqueologia romana africana. Així, a Khamissa, l'antiga *Thubursicum Numidarum*, van ser identificades al mercat dues taules per mesurar volums, amb una disposició semblant, formades per 4 cavitats superiors circulars i quadrangulars, on serien col·locats vasos o recipients metàl·lics per mesurar les capacitats (Gsell i Joly 1914, 55-57) (fig. 13).



## Metrologia fenicio-púnica

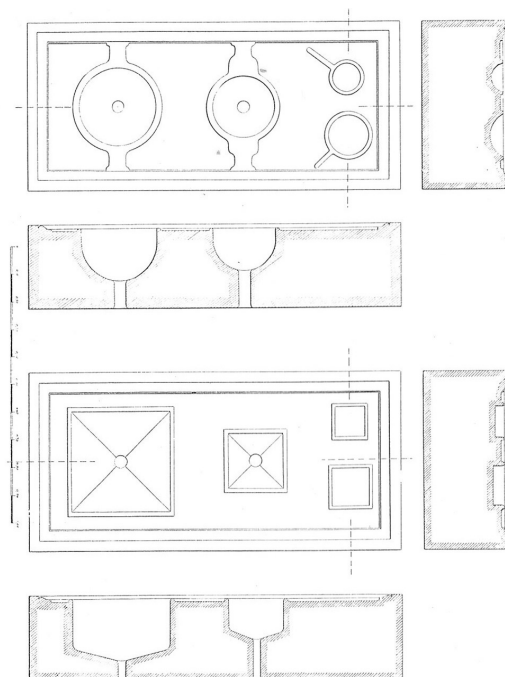


Figura 13. Taula de mesures de Khamissa (extret de Gsell, Joly 1914)

Una taula semblant ha estat identificada a Pompeia, datada entre el II i l'I aC, i actualment conservada al museu de Nàpols, on es disposen 5 cavitats superiors circulars de diverses mides, i quatre cavitats més petites a les cantonades de la taula, sobre aquesta hi hauria una segona taula amb tres cavitats, que no es conserva actualment (Mau 1982, 93). (fig. 14) La taula pompeiana es data en un moment anterior a la dominació romana, ja que els noms de les mesures estan escrits en osc, i les mesures es corresponen amb pesos grecs; posteriorment aquestes mesures serien ampliades per adaptar-se al sistema metrològic romà en època d'August.

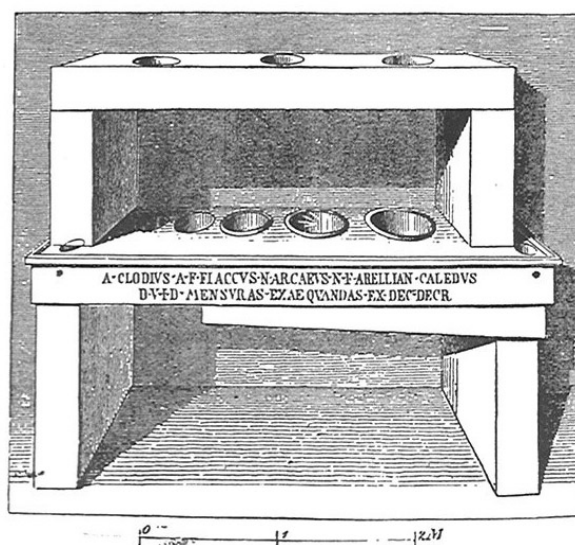


Figura 14. Gravats que reproduïen la taula de mesures de Pompeia, extret de Mau 1982.

Una anàlisi més detallada de les diverses mesures presents a les taules permet extreure una sèrie de conclusions significatives. Una opció plantejada és que aquesta triple modulació és una prova de la coexistència de tres cultures (púnica, egípcia i romana) que conformarien la societat d'una ciutat situada en l'encreuament de diverses vies de comunicació, com seria Leptis Magna, i que per tant l'autoritat central romana no voldria imposar una única mesura (Barresi 1991, 481). Per altra part, la perdurabilitat d'un tipus de mesura arcaïtzant i de gran difusió, com el colze reial egipci, ens indica l'extensió que va tenir aquesta modulació, l'ús de la qual es documenta des de la zona sirio-palestina fins a les colònies gregues d'occident. Aquesta continuïtat s'explica, segons la nostra opinió, per la dificultat històrica de canviar un tipus de mesura de gran acceptació. El millor exemple d'aquest fenomen el tenim al regle de mesurar de Ma'agan Mikhael, del qual farem esment al referir-nos als instruments de mesura grecs, i on s'observa la continuïtat en època clàssica (segle V aC) de mesures arcaïques, tot i les successives reformes metrològiques, com les de Soló, que no van aconseguir eliminar les unitats prèvies (Stieglitz 2006, 203).

Aquestes taules ens mostren, per tant, la continuïtat dels patrons mètrics púnics i indígenes sota el domini romà<sup>25</sup>. D'aquí es desprenen les mesures que serien acceptades i emprades als diferents elements constructius, cas dels carreus o les mesures de les taules, al context nord-africà com a mínim fins al segle IV. Hem d'entendre, en aquest cas, que la romanització al territoris púnics del nord d'Àfrica no imposa els sistemes de mesura constructius romans, sinó que s'adapta a les tradicions anteriors, que al cap i a la fi són els patrons constructius que es transmetrien entre els mestres d'obra indígenes i en l'aplicació dels mètodes tradicionals de treball. La dominació romana deixaria, per tant, subsistir les mesures antigues, sense imposar completament la unitat romana, cosa que es referma amb l'existència, conjuntament amb el *pes monetalis*, d'una unitat romana característica del nord d'Àfrica com és el *pes ptolemaicus* esmentat per Higiní, i que seria propi de la regió més oriental de l'Àfrica. El seu valor de 0,306-8 m no és sinó l'adaptació del colze petit egipci de 0,46 m. Aquesta unitat no serà mai substituïda, i serà adaptada en època bizantina com la unitat pròpia constructiva, en substitució del propi *pes monetalis*.

---

25 A l'assentament fenicio-púnic de Nora a Sardenya s'ha documentat la utilització en època romana del colze púnic de 0,50 – 0,52 m, immers dins un projecte constructiu romà, com a continuïtat de la tradició constructiva púnica dintre de l'arquitectura provincial romana cf. Oggiano 2009, 429.

## Metrologia fenicio-púnica

### 2.4.2 Metrologia fenícia al nord d'Àfrica: Cartago i el seu *hinterland*

Quan parlem del context púnic hem de mencionar obligatòriament la recerca efectuada a la metròpolis de Cartago. Les excavacions portades a terme per part de les missions alemanyes, franceses i tunisianes han permès definir l'evolució urbanística de la ciutat i la construcció del seu sistema defensiu.

Pràcticament des d'època arcaica, Cartago disposaria d'un urbanisme regular amb una disposició radial dels carrers amb interseccions ortogonals (Fantar 1998, 122). L'orientació de les vies i la disposició urbanística varia d'un lloc a l'altre, ja que està molt condicionada per la topografia del terreny, el que farà que posteriorment la cadastració d'època d'August continuï aquesta orientació. Les excavacions dirigides per H. G. Niemeyer des de la universitat d'Hamburg han tret a la llum un conjunt residencial arcaic on les cases presenten una estricta regularitat, almenys des de la segona meitat del segle VII aC, amb paral·lels directes a Palestina i la costa oriental mediterrània (Niemeyer 1997, 75). Durant les excavacions alemanyes al Quartier Magon efectuades als anys 1970-1980 es va documentar l'existència d'un barri residencial datat al segle V aC amb una disposició ortogonal i la diferenciació d'illes de cases amb l'existència d'un mòdul d'un colze púnic de 0,518 m. (Rakob 1985, 134), i que en la fase inicial de la fortificació estaven separades d'aquesta en una distància de 60 colzes (31,20 m) (Rakob 1998, 20). El sistema defensiu d'aquest moment es correspon amb un llenç de muralla de 5,20 m o 10 colzes, reforçat per un seguit de torres quadrangulars de 10,4 m de costat, és a dir, 20 colzes seguint una relació constructiva de 2 a 1 (fig. 15). Podem considerar la unitat de 10 colzes o bé de dues passes de 5 colzes com el mòdul constructiu que s'anirà desplaçant i adaptant segons les necessitats constructives, tant en el sistema defensiu com en la definició de l'urbanisme intern.

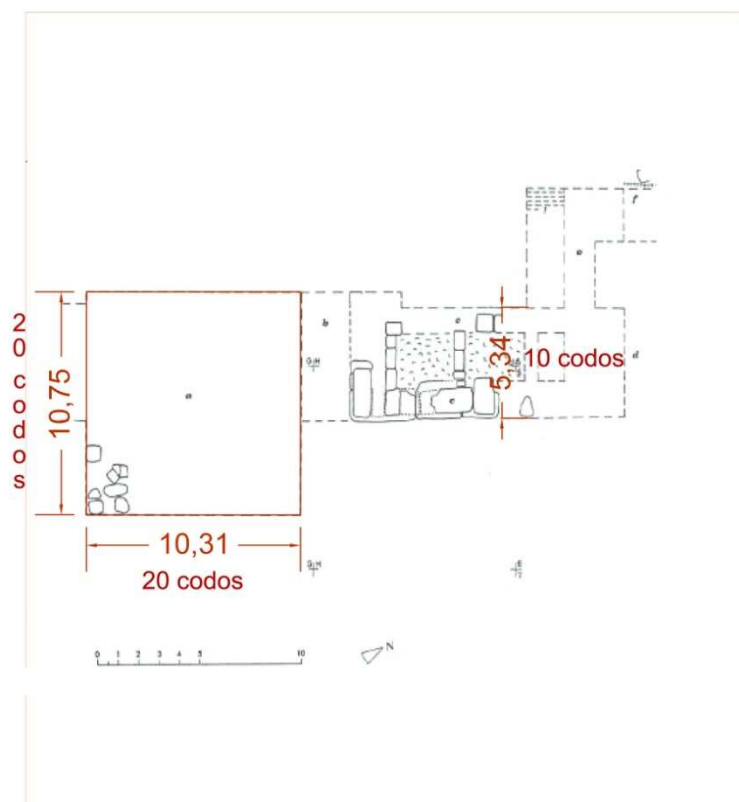


Figura 15. Planta de la muralla de mar de Cartago durant el segle V aC i proposta de restitució metrològica (modificat a partir de Rakob 1991).

Pel que respecta als sistemes de mesura emprats a Cartago en època hel·lenística (segles III-II aC), les excavacions realitzades per S. Lancel al turó de Byrsa van descobrir un barri púnic format per cinc conjunts de cases i tres carrers datats al segle II aC i que mostren un planificació amb illes de cases ortogonals i carrers axials. Aquestes illes de cases tenen una planta allargada de 5,2 per 15,65 m, que es correspon amb un esquema de 10 per 30 mòduls de 0,52 m (fig. 16), dintre d'una proporció 3 a 1 (Lancel 1982, 182). L'esquema tripartit es repeteix a l'interior de les illes de cases, separant l'espai domèstic mitjançant una divisió en tres mòduls iguals de 10 colzes. De la mateixa manera, com apunta Lancel, l'amplada dels murs d'aquests recintes és constantment de 0,52 m, que seria, per tant, el mòdul constructiu emprat a Cartago en aquest moment dintre d'un sistema base sexagesimal d'origen oriental (Lancel 1982, 370-317). Aquesta aproximació constructiva característica del món semita contrasta amb la forta empremta hel·lenística que afecta a les edificacions d'època tardopúnica i remet a la fidelitat als orígens orientals dels arquitectes púnics (Lancel 1994, 155).

## Metrologia fenicio-púnica

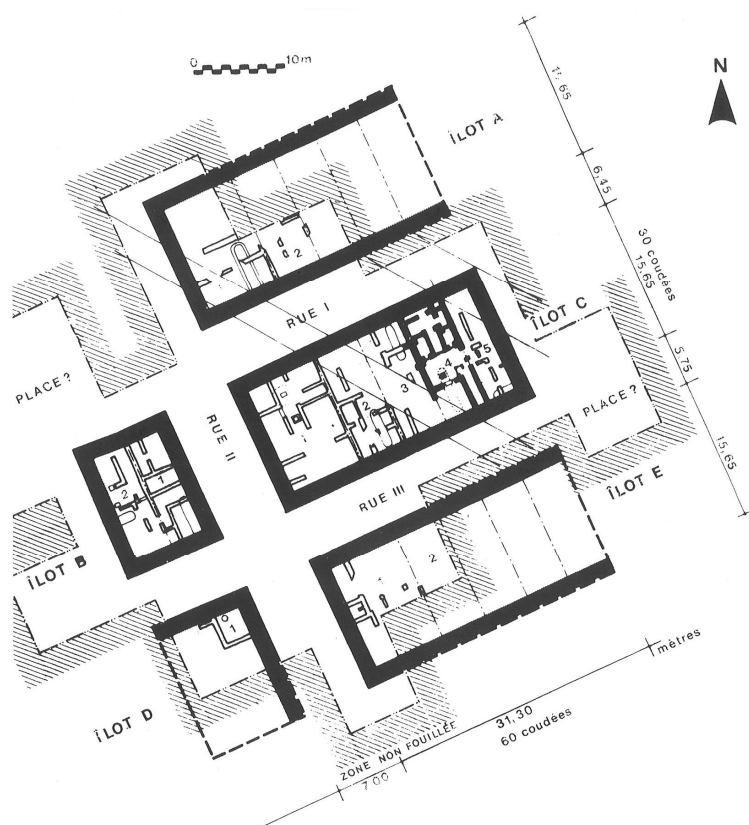


Figura 16. Esquema urbanístic i restitució metro Lògica del barri púnica del turó de Byrsa, per part de Lancel 1982.

En relació a la fortificació de la ciutat entre les fonts escrites romanes comptem amb la descripció detallada del sistema defensiu del segle III aC per part d'Apià qui, tot i escriure en un moment tardà (segle I-II dC), s'hauria basat en Polibi (segle II aC) que va presenciar directament la ciutat de Cartago com amic d'Escipió Emilià. Apià ens parla del sistema defensiu de l'istme de Cartago format per un triple mur que barraria l'accés a la ciutat des de l'interior. D'aquesta defensa Apià ens diu:

«Cadascuna d'aquestes muralles tindria trenta colzes d'alçada, sense tenir en compte els merlets i les torres; aquestes, de quatre pisos i a una distància entre sí de dos plethra, rodejarien les muralles. Cada muralla tenia 30 peus d'amplada i, la seva amplada era de dos pisos [...]»<sup>26</sup>.

D'aquest mateix sector fa referència en una època més tardana l'historiador Orosi quan esmenta el final de la tercera guerra púnica i la destrucció de Cartago (146 aC), i ens comenta que: «aquesta secció tenia una muralla de trenta peus d'amplada en

26 Apià, *Història romana*, VIII, XCV, 450 pàg. 84, edició de P. Goukowsky, Les Belles Lettres, Paris, 2001.

pedra escairada, per quaranta colzes d'alçada»<sup>27</sup>. De la mateixa manera, Diodor de Sicília també apunta als quaranta colzes d'alçada<sup>28</sup>, probablement tenint en compte ja els merlets i el camí de ronda.

Sobre aquesta descripció del sistema defensiu cal fer una sèrie de matisacions. Per una part, els vols aeris efectuats pel general Duval (comandant superior de les tropes de Tunísia) al 1949-1950 van permetre verificar físicament aquesta disposició tripartida de la muralla cartaginesa. En qualsevol cas, la seva posterior comprovació sobre el terreny ens mostra un complex sistema defensiu format, en primer lloc, per un gran fossat de fons pla, seguit d'una escarpa i contraescarpa, una palissada, de la qual s'han conservat els forats de pal i, en darrer lloc, la muralla pròpiament dita, de la qual només resten els fonaments<sup>29</sup> (Duval 1950, 56). Aquesta descripció s'ajusta més als esquemes poliorcètics grecs a partir del segle IV aC, tal i com recull Filó de Bizanci, adaptant-se així una de les fortificacions més complexes de la Mediterrània occidental. Per altra part, l'alçada proposada de la muralla de 30 o 40 colzes, és a dir, entre 15 i 20 m, està una mica exagerada i la presència de tres línies paral·leles de 3 murs d'aquesta alçada és inconcebible a nivell defensiu, ja que facilita considerablement l'assalt i dificulta la defensa (Lancel 1989, 253).

A partir de les escasses restes disponibles referents a aquesta fortificació és difícil definir la unitat de mesura en que s'hauria basat. En qualsevol, el més probable és que aquesta unitat fós el colze de 0,52 m, identificat a la trama urbanística i que es veu reflectit en les mesures de les toves, que tenen unes mesures comuns de 0,52 x 0,25 x 0,08 m, seguint una relació 2 a 1 (Duval 1950, 56).

La comparació de les mesures transmeses per les fonts escrites sobre les dimensions de la muralla ens permet obtenir unes interessants consideracions. En primer lloc, un element curiós és la menció del peu com a patró de mesura, juntament amb el colze, que com venim comentant és la unitat bàsica en època púnica. Probablement, Apità reinterpretaria les mesures del sistema defensiu descrites per

---

27 Orosi, *Històries (contra els pagans)*, IV, 22, 5, pàg. 72, edició de M-P Arnaud, Les Belles Lettres, Paris, 2003.

28 Diodor de Sicília, *Biblioteca Històrica*, XXXII, 14, pàg. 423, edició de F. R. Walton, Loeb Classical Library, Londres, 1957.

29 Aquest esquema es recollit també per Polibi, quan esmenta la trobada entre Hasdrubal i Golosses rei dels nùmides, quan esmenta que van quedar separats l'un de l'altre per un fossat i una empallissada, a una distància de 20 peus cf. Polibi, *Històries*, XXXVIII, II, 7, pàg. 403, edició de W. R. Paton, Loeb Classical Library, Londres, 1954. Seria aquesta, probablement, la descripció més fidel del sistema defensiu durant el segle III-II aC, de manera que el general cartaginès s'hauria situat just al darrere del fossat i l'empallissada, i al davant, per tant, de la muralla.

## Metrologia fenicio-púnica

Polibi, adaptant-les, per tant, al sistema de mesures vigent en el seu moment. Posteriorment, la descripció realitzada per Orosi, aproximadament dos segles després, s'hauria basat en el relat d'Apià, el més detallat i complet dels conservats. Més problemes presenta la restitució de l'alçada i la separació de les torres, ja que no s'han identificat dades arqueològiques que permetin contrastar la literalitat de les fonts escrites. A tall d'hipòtesi, si prenem en consideració el sistema de mesures vigent a Alexandria en època d'Apià, el peu ptolemaic de 0,306 m, podem plantejar una distància entre les torres d'aproximadament 61,2 m (200 peus o dos plethra). Per altra part, l'alçada de la muralla a partir del colze associat a aquesta unitat de mesura proporcionaria una alçada aproximada de 13,77 m (30 colzes), o bé 18,36 m (40 colzes) seguint la descripció de Diodor o Orosi.

Fora dels sistemes defensius i la implantació urbanística de la ciutat, un altre aspecte on podem recuperar informació de caràcter metrollògic és l'arquitectura de culte. Pel que fa als temples i santuaris cartaginesos, es disposa actualment de poca informació. Els grans temples que haurien de dominar l'acròpolis cartaginesa van ser arrasats després de la conquesta romana i no es disposa, per tant, de cap resta a partir de la qual puguem conèixer els seus sistemes de mesures i proporcions. Els únics edificis de culte identificats són dos santuaris de petites dimensions excavats a principis del segle XX, i que actualment no es conserven, d'aquí que ens haguem de valdre de les descripcions i planimetries publicades. El primer santuari descobert és el conegut tradicionalment com a santuari Carton, en honor al seu descobridor. Aquest santuari va ser recuperat al 1916 gràcies a la construcció de l'estació de ferrocarril de Salammbô, que també va motivar el seu posterior desmantellament. La publicació de les troballes es va realitzar al 1929 i aquí se'ns informa que el santuari presenta unes dimensions de l'espai interior de 4,80 per 4 m, mentre que els murs tenen una amplada mitjana de 0,55 m (Carton 1929, 3). La seva cronologia se situa cap al segle III aC, tot i que les excavacions efectuades a l'interior de la cel·la van comprovar com aquest santuari estava aixecat sobre les restes d'una estructura de culte anterior, formant part probablement d'un conjunt de més grans dimensions. De les descripcions esmentades es desprèn una planta exterior d'aproximadament 5,1 per 5,9 m, a partir de la qual es pot identificar una unitat de mesura basada en un colze aproximat de 0,55 m, que es correspon al mòdul de l'amplada dels murs i que coincideix amb una planta general aproximada d'onze per nou colzes. El segon santuari és una petita estructura de planta tripartida longitudinal descoberta al 1917 per Jules Baudin als voltants de Sidi Bou-Saïd, i on han estat recuperades nombroses restes decoratives en terra cuita. La datació de la construcció és desconeguda, però la seva planta remet

clarament a models orientals (Lézine 1959, 252; Fantar 1986, 35). Per altra part, la primera publicació de dades del santuari situa la construcció en època romana, tot i que amb una forta empremta púnica (Merlin 1919). La metrologia ens pot ajudar a resoldre aquesta dualitat. L'edifici amida 2,35 per 4,45 m, i delimita un espai interior quadrat de 1,70 m de vestíbul i, dues sales posteriors que, unides, tenen un espai interior de les mateixes dimensions. Per altra part, els murs laterals tenen una amplada aproximada de 0,30 m. Seguint aquestes dades proposem una restitució en base a un peu de 0,296 m, que podria situar la construcció en aquest moment, però sense poder fer més precisions. D'aquesta manera, plantejem una planta rectangular de 8 per 15 peus. Així mateix, aquest mòdul correspon aproximadament a l'amplada dels murs exteriors, i es pot identificar també a l'espai interior, on correspondria a uns 6 peus (1,7-1,8 m). En qualsevol cas, l'esquema constructiu i el mobiliari ens indiquen clarament la continuïtat en època romana de la tradició púnica.

En resum, les dades disponibles ens proporcionen un considerable nombre de referències pel que fa als sistemes defensius i a l'urbanisme cartaginesos, però un nombre de dades de menor importància pel que fa a l'arquitectura cultural. A partir d'aquestes informacions observem que el colze de 0,52 m és el que s'utilitza normalment a les fortificacions i a la distribució de cases, com a mínim des del segle V aC. Per altra part, al context de l'arquitectura de culte el poc nombre de dades de què disposem semblen indicar la utilització d'una unitat de mesures de majors dimensions, en un cas paral·lel al que ocorre a l'arquitectura egípcia i mesopotàmica, on s'usa un colze de majors dimensions als temples i un de menors dimensions a l'arquitectura domèstica (fig. 17). La doble denominació de les unitats de mesures egípcies diferenciades en colze reial i colze normal ja ens està indicant aquesta diferenciació de la seva aplicació espacial.



## Metrologia fenicio-púnica

Unitat	Valor	Utilització	Cronologia
Colze normal sumeri	0,495 m	Necròpolis?	Segle VIII aC
Colze sami	0,52 m	Muralla de mar	Segle V aC
		Quartier Magon	
		Fortificació de l'istme?	Segle III aC
		Byrsa	Segle II aC
Colze neoassiri	0,55 m	Santuari Carton	Segle III aC?
Peu romà?	0,296 m	Santuari Sidi Bou-Saïd	Segle I dC?

Figura 17. Unitats de mesures identificades a Cartago

A *Volubilis*, ciutat púnica del nord d'Àfrica, han pogut apreciar-se també les unitats de mesura cartagineses entre les quals destaca l'ús d'un colze gran de 0,55 m, datat al segle III aC, i que es correspon a l'amplada del primer sistema defensiu amb dimensions constants de 1,10 m i 1,65 m, així com a l'amplada dels murs de diverses illes de cases (Jodin 1975, 12-13). Conjuntament a aquesta modulació, s'usaria també en època arcaica un colze petit de 0,46 m que es plasmava en una trama urbana primitiva de 23 per 23 m que contindria exactament 50 colzes (Jodin 1975, 17). La comparació amb diverses estructures mauritanes del Marroc preromà ha identificat l'ús del colze de 0,55 m sobretot a l'amplada de murs, com és el cas de Tamuda, Mogador o Sala. Més complicada és la interpretació d'aquest sistema de mesures al cas cartaginès, ja que el seu ús s'identifica únicament a partir dels fusts de columnes (Jodin 1975, 49-50), el que considerem que és una dada d'escassa rellevància per tal de poder parlar de l'ús del colze curt egipci a la metrologia cartaginesa.

Per concloure, a l'arquitectura romana del nord d'Àfrica s'hi presenta una pluralitat en les unitats de mesura, el que mostra com la tradició púnica s'ha conservat fins a un moment molt avançat de l'Imperi. L'estudi mètric d'aquells temples considerats "africans", constituïts d'una o més cel·les, mostra l'ús del colze púnic en el plantejament arquitectònic d'aquest tipus de temples. D'aquesta manera es proposa l'ús del colze de 0,514 m al temple d'Apol·lo a *Bulla Regia*, al temple de Tellus a *Thugga* i al temple capitolí de *Sufetula* (Barresi 1991, 485-488). Per altra part, l'ús del

colze de 0,509 m es proposa per a altre tipus d'edificacions com a les termes de *Madaura*, mentre que el colze de 0,525 m s'usaria al temple sobre el *decumanus* de *Leptis Magna* (Barresi 1991, 496-498).

Sobre aquesta continuïtat dels sistemes de mesura púnics fins ben entrada l'època romana disposem de certes referències literàries que mostren com el patró basat en el colze és present fins al segle IV dC, com a mínim. D'aquesta manera, quan Sant Agustí vol comparar la llargada de dues esglésies expressa aquests valors en colzes, «ista habet...centum cubitus, illa trigenta». Així mateix, Plini cita l'existència d'una ciutat africana anomenada *Tacape* (actual Gabès, Tunísia), en el camí entre *Syrtes* i *Leptis Magna*, on diu que una porció de terreny de quatre colzes quadrats es venia per quatre denaris, i que aquest colze es mesura, no des del colze fins a la punta dels dits, sinó fins al final del puny tancat, «nec ut a porrectis metiantur digitis sed in pugnum contractis»<sup>30</sup>.

Aquest plantejament no es pot fer extensible a tot l'àmbit romà del nord d'Àfrica en època imperial, fins i tot a aquelles ciutats romanes erigides sobre antigues fundacions púniques. Aquest darrer cas seria el de *Volubilis* on, com hem esmentat, en època púnica es fa servir una modulació d'arrel oriental: mentre que, en època romana, tant les *domus* com els edificis públics es construeixen sobre la base d'una unitat de mesura romana de 0,296 m, aplicat seguint un sistema arquitectònic romà com es reflecteix en les columnes amb un diàmetre de 0,60 m d'amplada (2 peus romans), i també amb l'ús de maons quadrats *bipedales* de 0,60 m de costat (Jodin 1975, 5-6).

#### 2.4.3 Metrologia fenícia a Sardenya i Sicília

El context fenici en Sicília és bastant diferent, fruit de les diverses influències feniciopúniques i gregues en l'illa, que comportaran que fos un camp de pràctiques dels principals avenços poliorcètics als sistemes defensius, especialment des dels temps de Dionís I de Siracusa (405-367 aC), i les guerres entre aquesta ciutat i els cartaginesos. La contínua destrucció i reedificació de ciutats fruit del canvi de mans entre grecs i cartaginesos propicia que els nous assentaments s'edifiquin seguint els models més avançats del moment, el que és especialment evident a les fortificacions. Una prova d'aquesta dicotomia és la fortificació grega, per part de Dionís I, de la ciutat

---

30 Plini, *Història Natural*, XVIII, 189, pàg. 309, edició de H. Rackham, Loeb Classical Library, Londres, 1961.

## Metrologia fenicio-púnica

de Selinunt amb un sistema emmurallat amb una amplada de 10 peus grecs<sup>31</sup> (Karlsson 1992, 106).

El primer i més clar exemple de la dualitat grega i feniciopúnica a l'illa és probablement el cas de **Mozia**. A aquesta colònia fenícia fundada al segle VIII aC com a empori comercial en una illa de la costa occidental de Sicília, s'han portat a terme excavacions continuades que han permès conèixer una gran part de l'urbanisme i del sistema defensiu. La primera interpretació mètrica indicava la convivència entre diversos tipus de patrons mètrics com el peu àtic al santuari del Cappiddazzu, mentre que les unitats de mesura orientals es destinarien a les portes o la trama urbana del segle VI aC (Isserlin, Taylor 1974, 94-95; Isserlin 1982, 120). Malgrat tot, no existeix una unanimitat en la interpretació mètrica d'aquest edifici, ja que han estat plantejades propostes molt dispars, que van des del peu de 0,296 m (Isserlin, Taylor 1974, 94) amb el que s'obté una planta de 120 per 90 peus, a un peu de 0,35 m mitjançant el qual es proposa una planta de 100 per 120 peus (Barresi 2007, 21) a, finalment l'ús d'un colze egipci curt de 0,46 m amb el que es proposa una planta de 80 per 60 colzes (Nigro 2009a, 246). En qualsevol cas, les anàlisis realitzades fins el moment s'han centrat únicament en les mesures del *temenos* del santuari (35,4 per 27,4 m) i no en la planta del temple en sí.

Les principals restes de l'assentament corresponen al segle VI aC, quan es construeix el primer sistema defensiu i es defineix la distribució urbanística interior. En aquesta implantació urbana s'ha identificat la utilització del colze de 0,52 m com a patró regulador en la llargada dels carrers i en les illes de cases (Famà 2002). Conjuntament, l'estudi de la fortificació d'aquest moment per part d'Antonia Ciasca ha comprovat que l'amplada de la muralla és de 2,60 m, el que es pot correspondre amb 5 colzes de 0,52 m; en una segona fase constructiva aquesta muralla es reforça doblant exactament el seu gruix fins a configurar una amplada total de 5,2 m, el que equival a 10 colzes (Ciasca 2000, 63; Famà 2009, 282). La nostra anàlisi mètrica se centra en les torres defensives de l'assentament, on hem pogut comprovar novament l'adaptació d'aquesta unitat de mesura, el colze de 0,52 m, com a patró constructiu. Les torres bipartides corresponents al primer sistema defensiu datat durant la meitat del segle VI aC tenen unes dimensions que van des dels 4,60 m d'amplada per 8,8 m

---

31 Seguint la descripció del mateix autor, es proposa una amplada de 2,10 m per la muralla, del que es desprendria llavors un peu de 0,21 m. Aquesta mesura ens resulta una mica aliena, en aquest sentit proposem com a patró una braça de 6 peus de 0,35 m, o bé de 4 colzes exactes de 0,525 m.

de llargada. La mitjana de totes aquestes construccions és de 8 per 5 m. A partir d'aquestes mesures, tot i que no totes les torres tenen sempre una mateixa mida, sí que estan basades en un mateix sistema de proporcions regulador. La regularitat de les plantes entorn als 8 per 5 m ens està indicant una proporció constructiva basada en una relació 8 a 5, el que remet a una proporció àuria o d'extrema i mitja raó. Com veurem posteriorment, aquest sistema de proporcions té el seu origen a la filosofia platònica durant el segle V aC, quan es fixa el valor de les proporcions incommensurables. En qualsevol cas, com esdevé a Grècia, abans de la fixació d'un sistema de proporcions és necessària una plasmació pràctica i empírica, i el cas de Mozia podria ser una plasmació irracional o no premeditada d'aquesta proporció, ja que la seva implantació no és del tot exacta. És, per tant, una bona prova de l'avantatge d'aquesta proporció per plantejar plantes rectangulars. D'aquesta manera, plantejem una restitució a les torres basada en una planta de 16 per 10 mòduls, a partir de la qual s'identifica una unitat modular mitjana de 0,525 m (fig. 18). La planta bipartida podria ser plantejada com dos quadrats de 8 unitats modulares (al voltant de 4 m). Així mateix, aquesta mateixa unitat modular també s'identifica als murs de les torres, que tenen una amplada d'aproximadament 1,05 m, és a dir, 2 colzes de 0,52 m.

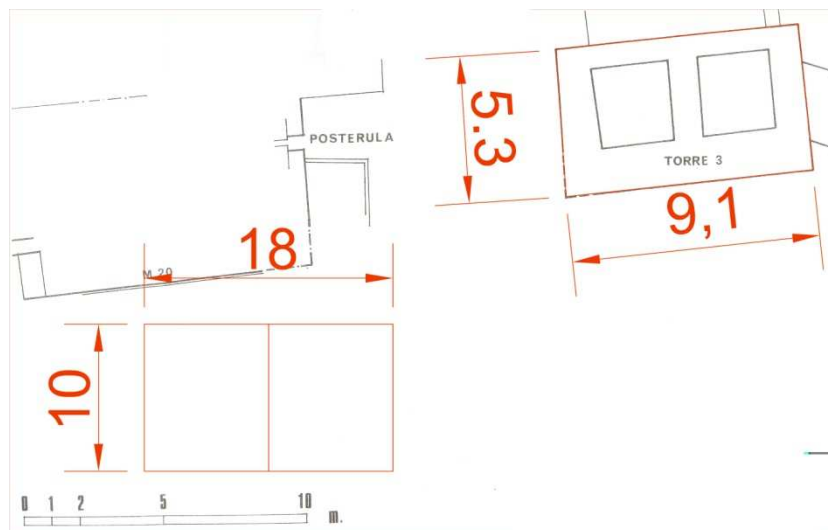


Figura 18. Planta de la torre 3 de Mozia amb les seves mesures i restitució en base a un colze de 0,52 m.

El reforçament del sistema defensiu de Mozia durant el segle V aC provoca que la muralla es doti de torres rectangulars de mida superior, les mesures de les quals han estat proporcionades per A. Ciasca. Les tres torres rectangulars documentades a la zona de la necròpolis presenten unes mesures situades entre 11 i 12,3 m de llargada, amb una amplada mitjana entre 4,8 i 7,7 m. (Ciasca 1986, 225). D'aquestes mesures

## Metrologia fenicio-púnica

podem observar com s'adapta un mòdul diferent del de les torres anteriors, amb una mitjana de 12 per 5 m. Plantegem en aquestes torres la utilització d'una unitat de mesura diferent del colze de 0,525 m, ja que creiem que les mesures conservades apunten cap a la utilització d'una unitat lleugerament menor, un colze d'al voltant de 0,5 m, amb el qual podem obtenir una planta rectangular de 24 per 10 colzes. Les torres quadrangulars tenen unes dimensions compreses entre 10,5 y 12 m de costat. Per aquestes torres, proposem una restitució basada en un quadrat de 24 colzes de costat, dintre d'una base sexagesimal i, a partir de la qual es pot deduir la mateixa unitat, el colze de 0,5 m plantejar en les torres de la fase anterior.

Plantegem una dualitat metrològica contemporànea en el cas de Mozia, ja que mentre que la utilització del colze sembla ser extensiva a tot el sistema defensiu i la trama urbana, l'ús d'una unitat de mesura de menors dimensions sembla estar destinada a edificis de culte

A **Palerm**, empori fenici fundat al segle VII aC i principal base dels cartaginesos a Sicília<sup>32</sup>, la disposició urbana inicial ens és desconeguda, i només s'han documentat alguns enterraments d'aquest moment (Spatafora 2003, 1178). Durant el segle V aC la ciutat, *neàpolis*, s'amplia, al temps que es dota d'una potent fortificació. En aquest moment es planteja una nova organització urbana regular de tipus grec (Spatafora 2009, 229) distribuïda a partir d'un carrer axial (*platea*) de 6m d'amplada al qual aboquen tota una sèrie de carrers perpendiculars (*stenopoi*) de menors dimensions (aproximadament 3 m); aquesta implantació regular respondria a l'ús d'un mòdul d'un colze d'aproximadament 0,51-53 m que seguint els estudis de topografia antiga es correspon amb l'amplada de les illes de cases, les quals tenen una distància constant de 52-53 m (Belvedere 1987, 296; 1998, 76; Spatafora 2005b, 725-725; 2009, 227-228).

Després de la conquesta de Palerm per Roma, tal i com s'ha pogut documentar en altres assentaments com Nora o al nord d'Àfrica, el colze púnic i els sistemes de mesures cartaginesos no s'eradiquen, sinó que són la base de residències domèstiques datades entre els segles II-I aC (Spatafora 2005 a, 48; 2009, 230).

Pròxim a Palerm es troba **Solunt**, fundat com a empori fenici contemporàniament a l'anterior i a Mozia, als voltants de la ciutat actual de Sòlanto. El nucli inicial fenici hauria estat atacat i destruït per Dionisi I de Siracusa al 396 aC. Posteriorment, la

---

32 Diodor de Sicília, *Biblioteca Històrica*, XI, 20, op. cit.

ciutat es torna a fundar a la vessant del Monte Catalfano seguint un esquema hipodàmic (Cuntroni Tusa 1994, 24-27). En aquest nova ciutat s'aprecia una completa distribució regular de l'assentament amb una clara divisió entre l'espai públic i l'espai privat, i la repartició de l'hàbitat en lots regulars de 41 per 82 m seguint una unitat de mesura de 0,516 m i, una proporció constructiva de 2 a 1 (Spatafora 2009, 233). Al mateix assentament ha estat documentada també l'existència d'una torre defensiva de planta quadrangular datada entre el segle IV i III aC que amida 6,5 per 5,8 m, els murs tenen una amplada de 0,75 m (1,5 colzes) i estan reforçats a les cantonades. Si prenem com a vàlida la unitat esmentada a la distribució urbanística obtenim una planta de 13 per 12 unitats d'al voltant de 0,5 m (fig. 19).

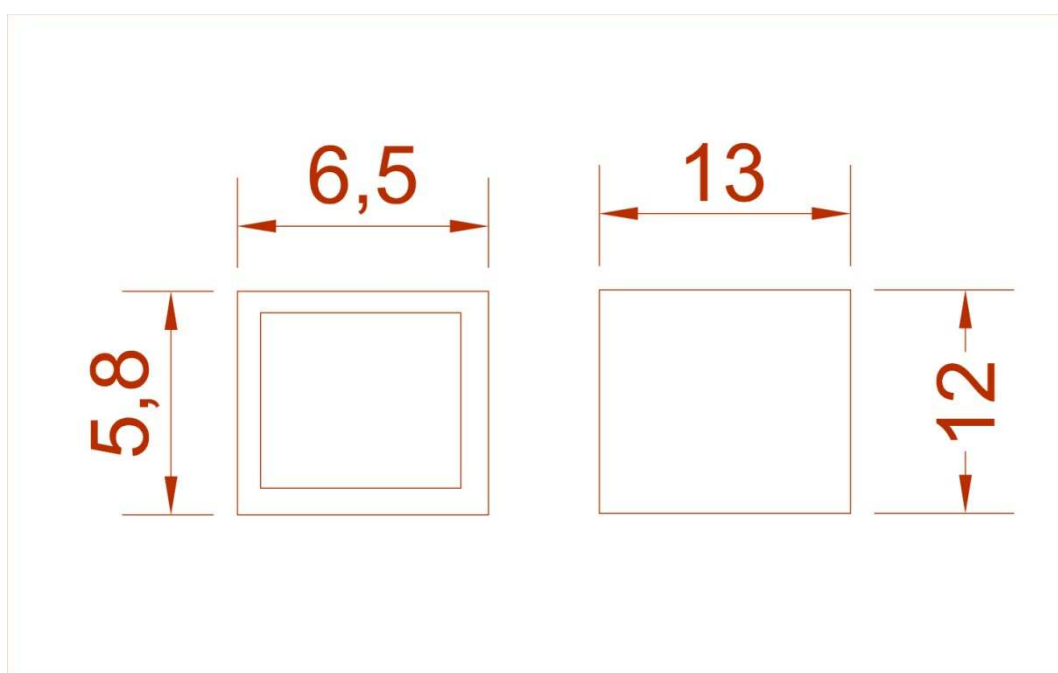


Figura 19. Planta esquemàtica de la torre defensiva de Solunto en m (esquerra) i proposta de restitució mètrica en colzes.

Un esquema semblant al de Solunt el podem trobar a **Lilibeo** (Marsala). Aquest assentament va ser fundat a l'extrem més sudoccidental de Sicília per part d'antics habitants de Mozia, que van haver d'abandonar la ciutat després de l'atac de Dionisi I a inicis del segle IV aC. Com a Solunt, l'esquema urbanístic presenta una disposició hipodàmica d'estil grec dividit per *strigae*. El primer estudi de la distribució urbanística es va fer a partir de la fotografia aèria (Schmiedt 1963) i apreciava com el parcel·lari actual de la ciutat de Marsala respectaria en part l'ordenació antiga i, es plantejava ja un esquema amb lots de cases allargats en una proporció 1 a 3. Un estudi més recent de la topografia antiga presenta un esquema basat en sis àmplies *plateai* principals en direcció oest-est amb una amplada entre 6 i 6,50 m i, un mínim de vint-i-tres *stenopoi*

## Metrologia fenicio-púnica

perpendiculars de 5 a 5,4 m d'amplada (Caruso 2003, 176). Aquesta distribució de la xarxa viària emmarcaria dos tipus de parcel·les allargades rectangulars: unes més curtes d'aproximadament 101-102 m de llargada per 30-31 m d'amplada i, altres parcel·les amb la mateixa amplada i d'aproximadament 122 m de llargada. Aquestes mesures es corresponen a un mòdul de 200 per 60 unitats i 240 per 60 unitats respectivament. D'aquestes mesures es desprendria una unitat modular entre 0,50 i 0,51 m, semblant a l'emprada a l'urbanisme de Solunt en la mateixa cronologia. Pel que respecta al sistema defensiu de l'assentament, aquest és probablement el més complex i sofisticat de tota la cultura púnica. En ell es mostren els principals avenços poliorcètics del moment.

Tal i com ha estat, recentment i de manera encertada, plantejat per Enrico Caruso, tot el sistema defensiu de la ciutat està basat en un plantejament racional inicial. A partir de les mesures facilitades per aquest autor sabem que la muralla té un doble llenç amb una amplada de 7 m, les torres són pràcticament quadrades amb unes mesures de 14 per 14 m, i separades a una distància regular de 38 m; mentre que, per últim, el fossat situat a 28 m de la línia de muralla té una amplada que oscil·la entre 23 i 30 m (Caruso 2006, 291) (fig. 20). A partir d'aquestes mesures es proposa una relació 1 a 2 entre l'amplada de la muralla i les torres, i una relació 1 a 4 entre la muralla i el fossat. Aquesta complexa sistematització constructiva implica, sens dubte, la utilització d'un mòdul edilici. En aquest sentit, creiem que la unitat de mesura utilitzada correspon a un colze proper a 0,5 m. D'aquesta manera, l'amplada de la muralla es tradueix en 14 colzes (dels quals 3 corresponen als llenços exteriors i 8 a l'amplada interior). Les torres, seguint la relació 1 a 2 amb la muralla, són un quadrat de 28 colzes de costat. El fossat i la distància d'aquest a la muralla es corresponen amb una mesura de 56 colzes, mentre que, per últim, la distància entre les torres es relaciona amb una mesura de 75 colzes (fig. 21).

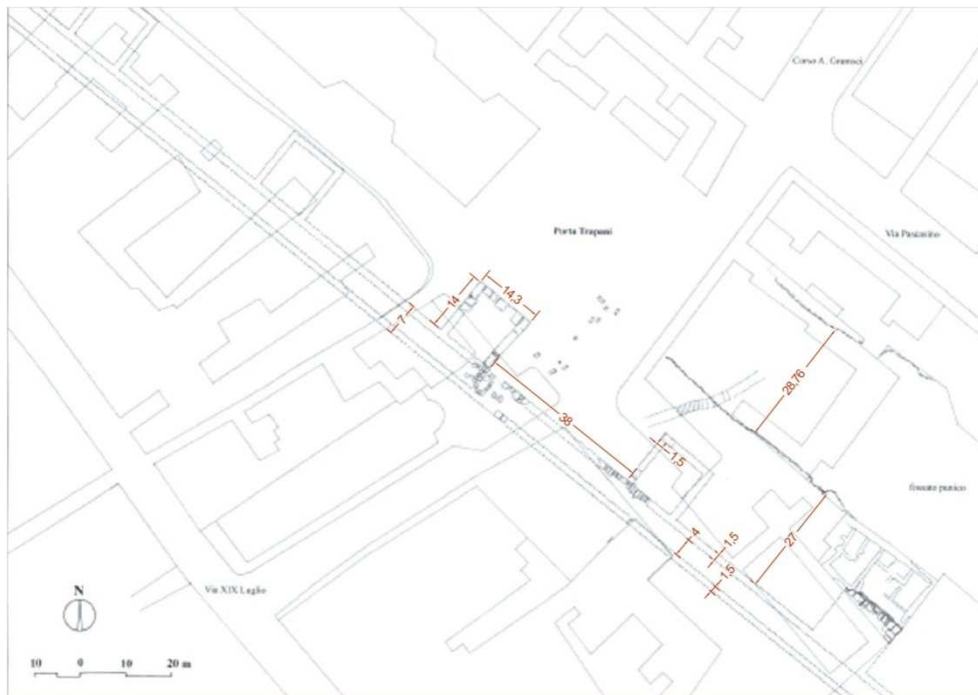


Figura 20. Planta del sistema defensiu de Lilibeu (Marsala) a la porta Trapani, amb la indicació de les mesures principals (modificat a partir de Caruso 2003, tav. XXIV)

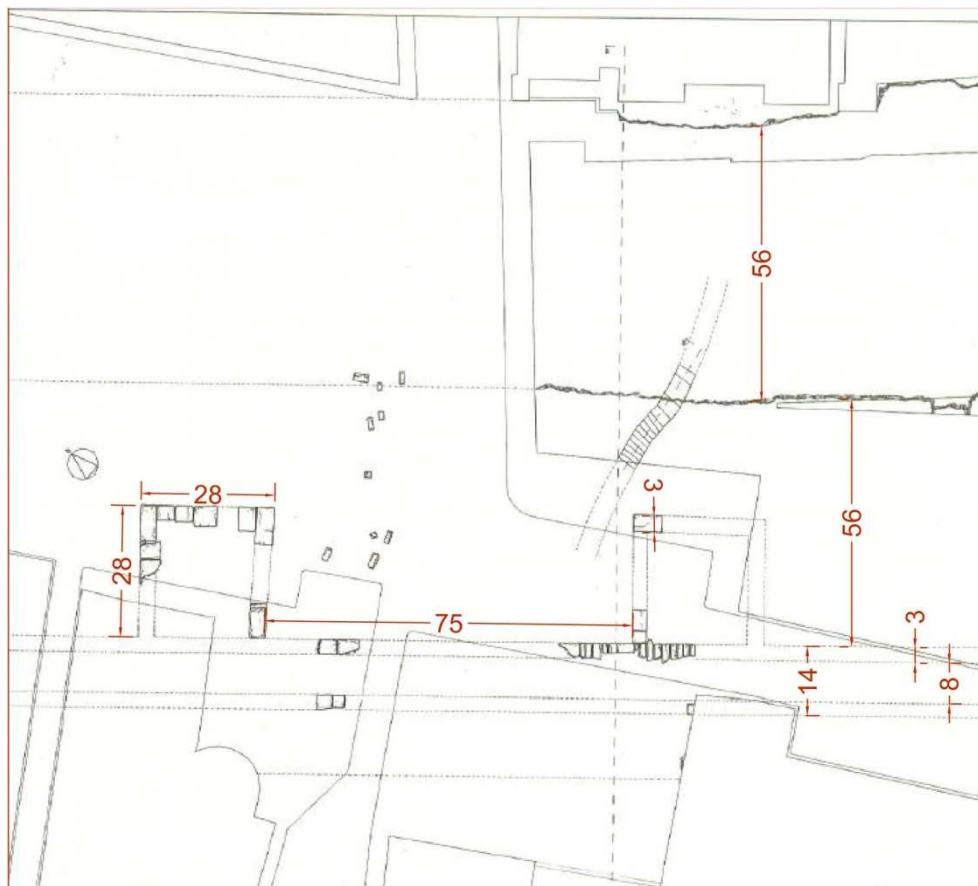


Figura 21. Restituïció metrològica de la fortificació de Lilibeu, a partir d'un colze de 0,5 m (modificada a partir de Caruso 2003, tav. XXIV).



## Metrologia fenicio-púnica

Cal esmentar, en darrera instància, la descripció del fossat realitzada per Diodor de Sicília que diu que aquest tenia una amplada de 60 colzes per 40 colzes de profunditat<sup>33</sup>. Aquesta descripció de l'historiador hel·lè s'hauria basat probablement en les mesures del fossat en època romana, que en realitat reflectirien l'ampliació de les defenses lilibetanes en el moment del setge de Pirro<sup>34</sup> quan aquest s'amplia fins als 30 m o 60 colzes en determinats indrets.

A l'illa de Sardenya, la crònica de la colonització fenícia és molt semblant al context de la península Ibèrica. En tots dos casos, els assentaments fenicis no es doten de fortificacions inicialment i no serà fins al segle IV aC quan es comencen a construir les defenses. Sembla que l'ocupació semita responia a uns patrons comercials centrats en la mineria de l'illa, pels quals es va arribar a un pacte amb les comunitats nuràgiques indígenes que no faria necessària l'edificació de sistemes defensius molt desenvolupats (Díes Cusí 2008, 70).

Per altra part, la majoria d'aquestes fortificacions edificades durant el segle IV aC van ser completament desmantellades o bé modificades després de la conquesta romana; aquest hauria estat el cas de les fortificacions de Monte Sirai, Tharros, Sulcis, Nora o Bithia. Aquest fet ens mostra un panorama una mica desolador per tal de poder realitzar anàlisis metrològiques als assentaments. L'únic sistema defensiu que s'ha conservat fins els nostres dies sense intervenció romana posterior, i que presenta prou elements per tal de poder plantejar una restitució metrològica es la fortificació d'**Olbia**. Aquesta colònia cartaginesa és la situada més al nord de l'illa, enfront de les costes d'Etrúria. La seva fundació de nova planta se situa al darrer terç del segle IV aC i va ser presa per les tropes romanes després de la primera guerra púnica. Afortunadament part del seu sistema defensiu s'ha conservat fins avui en dia, concretament la porta oest de la ciutat a l'actual Via de Trapani, que va ser objecte d'intervencions arqueològiques a principis del segle XX (Taramelli 1911). Les restes conservades mostren una doble muralla amb una separació entre els dos llenços de 6 m, que a la vegada està dividida interiorment en espais de 5,5 a 9,5 m. Aquesta muralla es reforça per dues torres defensant la porta, així com les restes d'una altra possible torre situada a la part més occidental. Aquestes tres torres es troben separades entre sí a una distància regular de 58-60 m (fig, 22).

---

33 Diodor de Sicília, *Biblioteca Històrica*, XXIV,1. op. cit.

34 Diodor de Sicília, *Biblioteca Històrica*, XXII, 10, 4. op. cit.

La torre A amida 10,55 per 7,50 m, mentre que la torre B amida 10,35 per 7,90 m. Com es pot comprovar la diferència entre les dimensions de les dues torres se situa entre 20 i 40 centí, és a dir, una diferència considerablement reduïda que ens porta a pensar que ambdues torres van ser edificades seguint un mateix programa constructiu. La descomposició dels costats de les torres dóna un valor que se situa entre 1,3-1,4, el que es pot aproximar a una proporció basada en triangle rectangle 3-4-5 (1,33). A partir d'aquesta proporció i de les mesures identificades proposem una planta basada en un rectangle de 15 per 20 mòduls, dels quals es desprèn una unitat modular que se situa al voltant de 0,5 m, seguint una seriació en base 5.

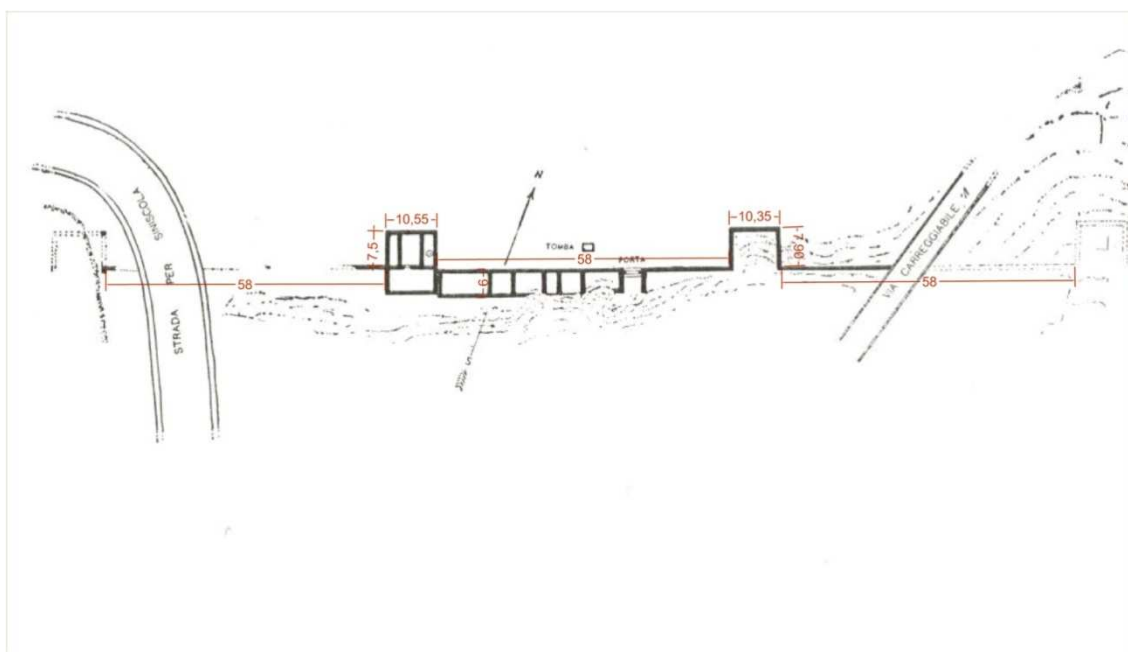


Figura 22. Planta del sistema defensiu d'Olbia amb indicació de les principals mesures (modificada a partir de Taramelli 1911).

Aquesta unitat de mesura s'identifica també a la muralla, ja que com hem comentat els murs tenen una separació de 6 m, és a dir, 12 colzes de 0,5 m; mentre que els compartiments interiors se separen entre sí en espais de 5,5 m o 11 colzes. De la mateixa manera, l'amplada regular del llenç de muralla entre les torres de 58-60 m es pot correspondre amb una amplada de 120 colzes o un *schoinon* de 0,5 m (fig. 23).

## Metrologia fenicio-púnica

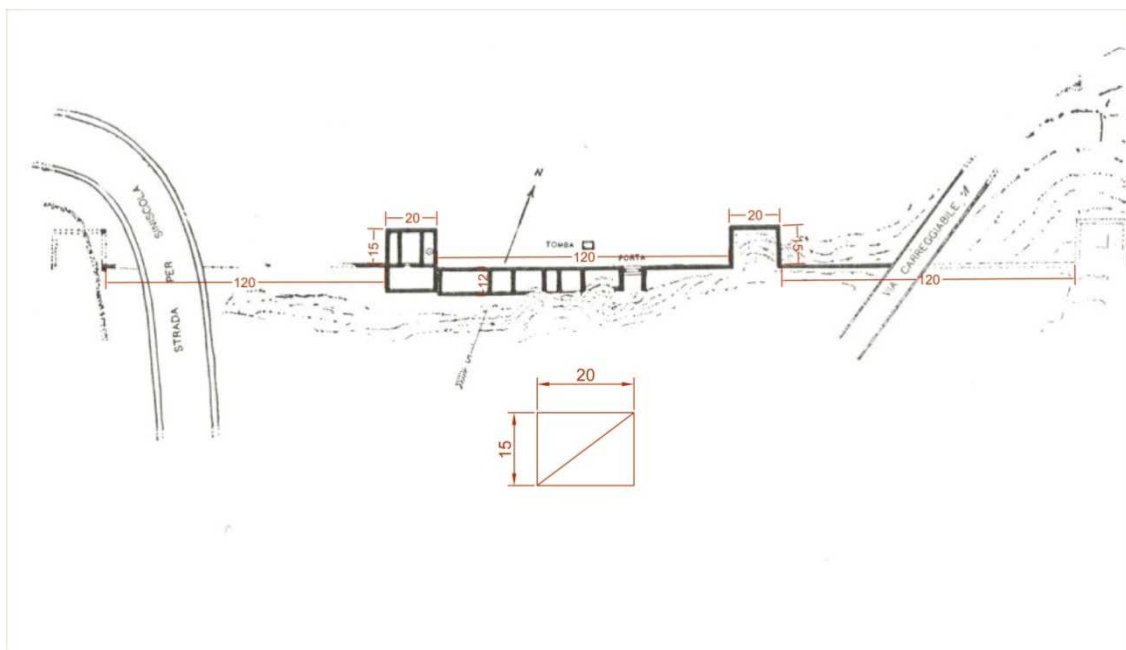


Figura 23. Planta del sistema defensiu d'Olbja amb restitució metroològica basada en un colze de 0,5 m i esquema constructiu de les torres (modificada a partir de Taramelli 1911).

En qualsevol cas, a partir de les mesures i especialment del llenç de muralla podem proposar una segona interpretació basada en un peu d'aproximadament 0,3 m. D'aquesta manera, la separació entre les torres es podria correspondre amb dos *plethra*<sup>35</sup>, és a dir, 200 peus de 0,296 m. Aquest patró es podria identificar de nou en l'amplada dels murs de les torres que tenen una mida regular de 0,60 m, o bé 2 peus d'aproximadament 0,3 m. Igualment la planta de les torres es pot expressar també amb aquesta unitat, el que proporcionaria un valor de 27 per 36 mòduls seguint una mateixa proporció 3-4-5 i una seriació en base 9 (fig. 24).

<sup>35</sup> Tal i com hem vist aquest seria segons Apià el sistema de mesures i la separació de les torres de la fortificació de l'istme de Cartago.

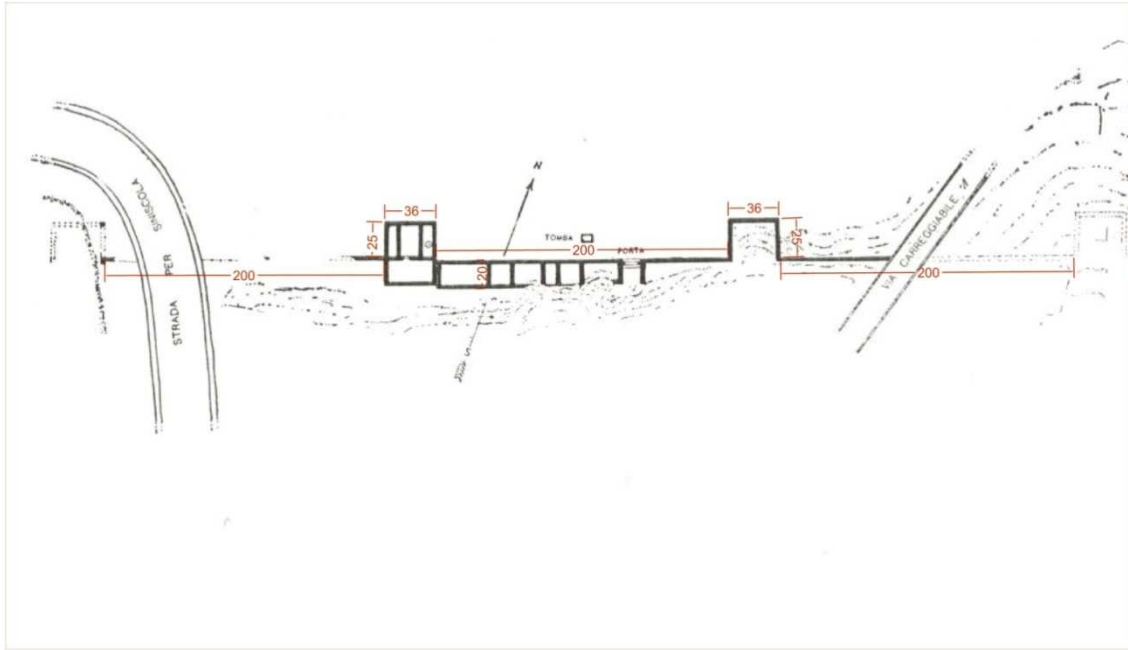


Figura 24. Planta del sistema defensiu d'Olbja amb restitució metrològica a partir d'un peu de 0,296 m (modificada a partir de Taramelli 1911).

Amb aquest clar exemple volem remarcar la dificultat en ocasions d'atorgar un plantejament metrològic únic, tenint en consideració el fet que són molts els factors que poden influir en l'elecció d'un determinat sistema de mesures (fig. 25). En el cas de la planificació del sistema defensiu d'Olbja és possible la participació de constructors d'origen grec, que haurien aplicat d'aquesta manera el seu propi sistema de mesures, o una clara influència del sistema de mesures gerc en l'arquitectura militar cartaginesa d'època púnico-hel·lenística.

## Metrologia fenicio-púnica

Assentament	Aplicació	Mesura	Unitat	Mòdul/Proporció	Cronologia
Mozia	Trama urbana		0,52 m		S. VI aC
	Muralla	2,60 m		5 unitats	
	Torres bipartides	8 per 5 m (mitja)		proporció àuria (1,61)	
	Torre massissa	10,87 per 6,55 m	0,51-2 m	21 per 13 mòduls	S. V aC
	Torres quadra.	12 per 12 m	0,50 m	12 per 12 mòduls	S. V-IV aC
Palerm	Trama urbana	52-53 m	0,51-3 m	100 colzes	S. V aC
Solunt	Trama urbana	80 per 40 m	0,50 m	40 per 20 mòduls	S. IV aC
	Torre	6,5 per 5,8 m		13 per 12 mòduls	
Olbia	Muralla amplada	6 i 5,5 m	0,50 m	12 i 11 mòduls	S. IV aC
	Torres	10,45 per 7,70 m (mitja)	0,50 m	15 per 20 mòduls (3-4-5)	S. IV-II aC?
			0,296 m	27 per 36 mòduls (3-4-5)	
	Llenç entre torres	58-60 m	0,50 m	120 unitats ( <i>schoinon</i> )	
			0,296 m	200 unitats (2 <i>plethra</i> )	
Lilibeo	Trama urbana	101 per 30 m	0,50-1 m	200 per 60 unitats	S. IV aC
		122 per 30 m		240 per 60 unitats	

Figura 25. Taula metrològica amb els assentaments feniciopúnics analitzats de Sardenya i Sicília entre els segles VII i II aC.

## **2.5 Metrologia fenícia a la Mediterrània occidental: les colònies fenícies del sud de la península Ibèrica**

La recerca als assentaments colonials fenicis meridionals de la península Ibèrica ha estat especialment important des dels anys 1960, fruit de les contínues excavacions dirigides per l'Institut Arqueològic Alemany a Toscanos, Chorreras i Morro de Mezquitilla per part de O. Niemeyer i H. Schubart. Posteriorment, cal destacar els treballs de M. E. Aubet a Cerro del Villar, així com la seva síntesi sobre el procés colonitzador oriental a la península Ibèrica, autèntic manual de referència per la colonització fenícia (Aubet 1994). A aquestes primeres fundacions colonials no apreciem un model urbà complet, el que s'explica per la seva planificació i funcionalitat inicial lligada a la consolidació i protecció de les transaccions comercials. Seguidament, un cop consolidats aquest assentaments al territori i amb l'augment poblacional es desenvolupen una sèrie de trets característics d'una planificació urbana com és l'alineació igual de les cases respecte a un eix viari, la separació entre espai públic i espai privat, i la definició d'espais oberts destinats a ús comunitari, tal i com s'aprecia a Chorreras o Morro de Mezquitilla.

En qualsevol cas, la recerca metrological sobre el món colonial fenici està considerablement menys desenvolupada que al món colonial grec. Aquest fenomen s'explica també per la pròpia dinàmica d'ambdós processos colonitzadors, ja que les fundacions gregues es doten d'un sentit urbà des del seu moment inicial. Tot i així, darrerament s'estan aconseguint una sèrie d'avenços considerables. Felix Arnold ha proposat l'ús d'un colze (*Elle*) de 0,49 m com a patró modular de les cases fenícies de Toscanos i Chorreras (Arnold i Marzoli 2009, 448-449); segons aquest autor les cases responen a un model indubtablement oriental, el que pot indicar l'ús d'un sistema mètric fenici adaptat de les colònies fenícies. En darrera instància, el que veiem és que la configuració arquitectònica d'aquests assentaments colonials seria efectuada pels mateixos colons, sense arribar a descartar la hipòtesi que fossin construïts per població indígena seguint uns patrons orientals. Aquesta primerenca unitat de mesura es veuria complementada en el moment inicial de la colonització fenícia per la implantació del colze babilònic o colze reial egipci de 0,52 m, la utilització del qual s'ha documentat als nivells arcaics de Cadis (Torres *et al.* en premsa) i a Ratinhos (Berrocal *et al.* en premsa). Aquesta introducció de les unitats de mesura orientals a la península Ibèrica és una conseqüència lògica de l'arribada dels primers contingents de colons orientals, els quals van portar amb ells els sistemes de mesures característics de les seves zones d'origen (fig. 28).

## Metrologia fenicio-púnica

Respecte a la influència fenícia primerenca als assentaments indígenes tartessics de la Península Ibèrica, disposem de nombrosos estudis centrats especialment en la zona de Huelva i Sevilla on es mostra aquesta des d'un moment bastant inicial de la colonització. No és aquí el lloc per estendre's en la descripció de les característiques tècniques que transmeten els fenicis i la seva adaptació per part de la societat tartessica, ja que per aquesta fi es pot remetre a la considerable bibliografia existent (Fernández Jurado i García Sanz 1987; Fernández Jurado 1991; Belén 1993; Díes Cusí 2001; Fernández Jurado i García Sanz 2001; Fernández Jurado 2003). Les principals aportacions fenícies dintre del món indígena s'aprecien a algunes fortificacions que canviaran la seva estructura respecte de la del bronze final per adaptar les innovacions fenícies orientals. De la mateixa manera, l'urbanisme donarà mostres d'una racionalització de l'espai i d'una planificació prèvia, amb la conformació de vertaderes ciutats com Tejada la Vieja (Escacena del Campo, Huelva), assentament emmurallat de 6,5 hectàrees que emmarca un ordenat urbanisme amb carrers i espais oberts, i la distribució en grans illes de cases (Fernández Jurado 1987; Fernández Jurado i García Sanz 2001).

Sobre metrologia púnica del sud de la Península Ibèrica no disposem, per ara, de cap estudi de conjunt. Únicament, dins de l'estudi de F. Prados sobre l'arquitectura púnica peninsular s'avança l'adscripció d'un colze situat entre 0,50 i 0,52 m (Prados 2003, 196), sense precisar amb més detall. En la seva recerca sobre les fortificacions púniques de la península Ibèrica, David Montanero apunta una modulació constant a les muralles de compartiments datades al darrer terç del segle III aC (Montanero 2008, 117), on troba una repetició constant d'un mòdul de 3 x 3,5 m. Aquesta modulació s'aprecia especialment als sistemes defensius d'època bàrquida del Castillo de Doña Blanca (Cadis), Tossal de Manises (Alacant), Carteia (Cadis) i Cartagena (Múrcia).

El nostre estudi sobre la metrologia púnica s'ha centrat en l'anàlisi mètrica de les fortificacions seguint els treballs iniciats per D. Montanero. L'elecció de l'arquitectura defensiva respon únicament al fet que és en aquests llocs on es manifesta un major esforç constructiu i la seva monumentalitat ha permès una millor conservació que en facilita el mesurat d'estructures. L'atribució d'una metrologia púnica aplicada a l'urbanisme de Hispània és més complicada, ja que la majoria de les ciutats púniques han tingut una continuació arquitectònica posterior, com Cartagena, Carteia o Cadis i, per tant, normalment la fase púnica es troba emmascarada per les fases constructives posteriors. Per altra part, és en les fortificacions on es manifesten millor les influències

estilístiques i constructives d'herència oriental (Montanero 2008, 121) i, d'aquesta manera, reflecteixen els principals avenços de la poliorcètica mediterrània.

Els primers assentament colonials fenicis no disposaven de cap estructura defensiva, i quan en disposen, com en el cas de Toscanos, aquesta consisteix únicament en un fossat (Montanero 2008, 107). La principal explicació d'aquest fet és el paper comercial inicial de la colonització fenícia, sense una voluntat d'assentament i de control del territori, a més de l'elevada despesa econòmica que suposa la construcció d'un recinte defensiu per a un contingent de colons molt reduït.

El primer recinte defensiu feniciopúnic al qual hem pogut aplicar una proposta de restitució metrològica és la fortificació de la ciutat de **Màlaga**. La fundació d'aquest assentament respon als primers moments de la colonització fenícia (segle VIII aC), però la ciutat adquirirà un paper cabdal de concentració de poblament de la zona, després dels abandonaments d'assentaments com Toscanos i Cerro del Villar (segle VI aC). Aquesta reestructuració urbana fa que la ciutat es doti d'una vertadera estructura urbana, i d'un potent sistema defensiu a l'estil dels principals assentaments fenicis occidentals. A excepció de l'assentament arcaic de la Fonteta, serà a Màlaga on per primer cop s'edifica un complex sistema defensiu format per una muralla de calaixos reforçada amb torres. La primera fortificació ha estat documentada al soterrani de l'actual Museu Picasso (Suárez Padilla *et al.* 2007), on s'ha identificat un tram de muralla de 11 m i una torre tripartida. Aquesta mateixa muralla datada durant la primera meitat del segle VI aC s'ha pogut observar a altres llocs de la ciutat, amb una amplada regular entre 1,5-6 m (Arancibia 2006). Posteriorment, a finals del segle VI aC, aquesta muralla es veu reforçada per un altre llenç defensiu paral·lel i situat a 1,20 m.

El nostre estudi s'ha centrat en la torre tripartida, de la qual malauradament no disposem de la planta sencera però podem fer-hi una aproximació de la seva estructura original. El càlcul de les mesures de la torre estan condicionades pels edificis moderns situats a l'est i al sud, i les estructures conservades ens mostren una torre d'aproximadament 9,2 per 5,20 m. Aquest càlcul ha estat possible gràcies a la comparació amb la cara interna de la muralla que s'adossa a la torre, i que per tant, ens permet recuperar el parament interior de la torres; i per altra part, l'amplada dels murs perimetrals frontal i lateral, que ens permet comprovar quina seria l'amplada del mur oriental de la torre, del qual només es conserva la meitat. La construcció es caracteritza per uns murs perimetrals molt amplis (al voltant de 1,8 m), en comparació amb els murs interiors (aproximadament 0,7- 0,8 m). A partir d'aquestes mesures



## Metrologia fenicio-púnica

proposen una aproximació basada en una proporció 9 a 5 (1,8), proper al 1,76 resultant de la descomposició dels dos costats de la torre, el que suggereix un plantejament constructiu previ basat en un rectangle de 18 mòduls al costat llarg, per 10 mòduls al costat curt (fig. 26). Al mateix temps, la repartició interior pot dividir-se en 6 mòduls (3,06 m). El possible mòdul inicial constructiu seria un colze de 0,51-2 m, que es correspon igualment amb l'amplada de la muralla d'aquest primer recinte defensiu, que equivaldria aproximadament a 3 colzes (1,55 m).

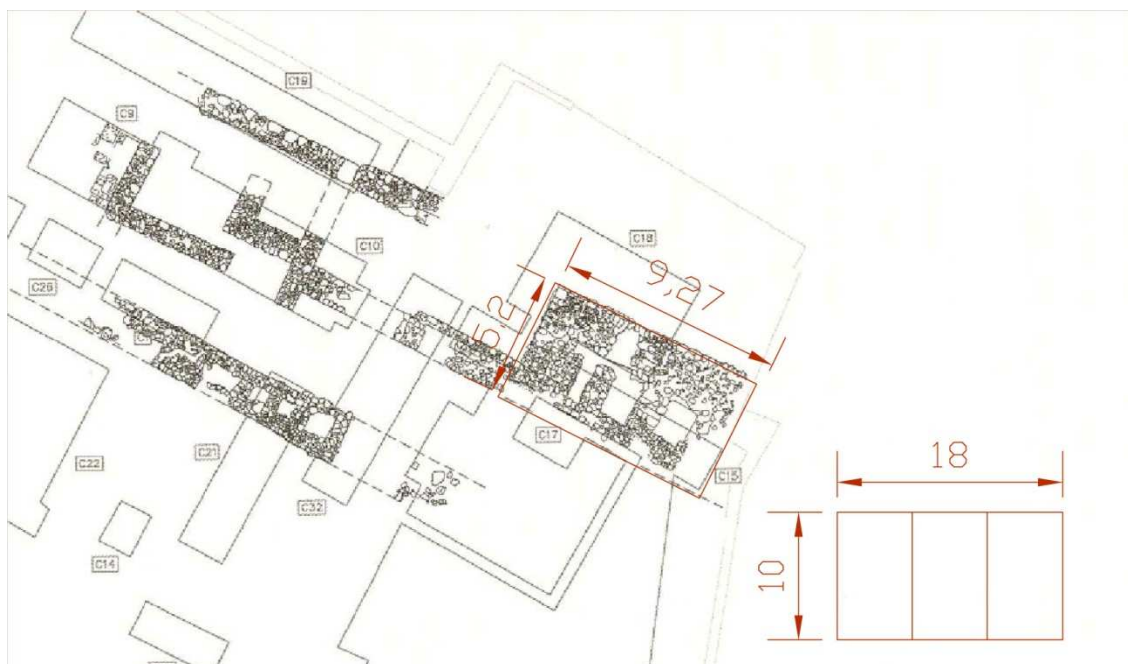


Figura 26. Planta del sistema defensiu de Màlaga durant els segles VI-V aC, amb proposta de restitució metroològica en base a un colze de 0,52 m (modificada a partir d'Arancibia 2006)

El paral·lel més immediat d'aquesta construcció cal situar-lo a les torres defensives de Mozia datades també durant el segle VI aC, i igualment amb una compartimentació interior, tot i que en aquest cas la divisió és únicament bipartida. Com hem apreciat, les torres de l'assentament fenici de Sicília presenten unes dimensions entre 8 i 8,8 m de costat llarg, per 5-5,5 m de costat curt, el que suposa una proporció propera de 8 a 5, i una unitat modular idèntica a la identificada a Màlaga de 0,52 m.

Un assentament fortificat identificat recentment és el conegut com **Altos de Reveque**, al municipi de Dalías (Almería). Aquest jaciment conegut, fins el moment, únicament per prospeccions i datat durant el segle VI aC, presenta una muralla de doble parament amb compartiments interiors els quals haurien estat plantejats novament en base a un colze de 0,52 m, que correspon amb dos cops l'amplada de la muralla exterior i un cop els murs de compartimentació interiors (López Castro, Alemán en premsa).

### 2.5.1 Metrologia cartaginesa a la Península Ibèrica

El principal moment constructiu de l'arquitectura púnica a la Península Ibèrica se situa al darrer terç del segle III aC, que correspon a la presència dels bàrquides al sud peninsular. L'expansió política, econòmica i militar tenia com objectiu un major control del territori i dels seus recursos econòmics, per tal de poder preparar la segona guerra romano-cartaginesa. La implantació al territori es reflecteix en la creació de nous assentaments, entre els quals destaca la seva nova capital (Cartago Nova) i el reforçament d'antics nuclis (Bendala i Blázquez 2002-2003).

A Cartagena, la zona més vulnerable de la ciutat és reforçada per una muralla de compartiments que hauria tingut com a model constructiu la muralla de l'istme de Cartago. Les restes conservades d'aquest sistema defensiu corresponen a una muralla de compartiments de doble llenç, amb una longitud màxima de conservació de 30 m (Martín Camino, Marín Baño 1993; Marín Baño 1997-1998; Marín Baño 2001-2002). A partir de l'anàlisi d'aquestes restes podem distingir dos mòduls constructius d'aproximadament 11 per 5,5-7 m, en aquest mòdul podem observar una agrupació de tres càmeres connectades a l'interior de l'assentament per una sola porta, el que ens permet distingir i diferenciar les dues agrupacions. El procés constructiu que plantejem és el següent: en primer lloc es dissenya un doble quadrat de 5,5-7 m de costat, l'adició d'aquests dos quadrats configura el mòdul general i marca l'eix de la construcció, en el lloc on se situa la porta; posteriorment, aquest espai es dividit en tres mòduls iguals de 3,66 m, el que es correspon amb l'eix dels murs de separació interns. Aquesta divisió es correspon exactament amb 7 colzes de 0,52 m, que seria probablement la unitat constructiva a partir de la qual va ser plantejat el sistema defensiu (fig. 27). De la mateixa manera, els murs exteriors de majors dimensions (entre 0,7 i 0,8 m) es corresponen amb una unitat de 1,5 colzes, mentre que els murs interiors tenen una amplada aproximada d'un colze. Aquest mateix plantejament constructiu el podem trobar a la torre VIII del Tossal de Manises, on se segueix una mateixa proporció en base 7 per la distribució del mòdul constructiu, tot i que amb unes mesures generals diferents, així com una unitat constructiva també diferent. La definició d'aquest mateix plantejament constructiu entre els sistemes defensius de Cartagena i el Tossal de Manises ja va ser apuntada per P. Moret, com a evolució comuna d'un mateix model edilici heretat des d'època fenícia a partir de l'esquema dels edificis d'emmagatzematge de planta tripartida (Moret 2006a, 216).

Amb el volum d'informació disponible actualment sobre les dues altres obres defensives bàrquides, com són Doña Blanca i Carteia, no podem definir si s'hauria fet

## Metrologia fenicio-púnica

servir la mateixa unitat de mesura. En tots dos casos s'ha pogut identificar una muralla de compartiments datada d'època bàrquida, amb la mateixa tècnica constructiva del sistema defensiu de Cartagena (Ruiz Mata 2001; Blánquez 2008, 164). Malgrat això, de moment, únicament podem diferenciar una addició de mòduls quadrangulars d'aproximadament 3 per 3,5 m, sense que es pugui identificar el mòdul i l'agrupació constructiva.

Segons la nostra opinió, el model constructiu d'aquest tipus de sistema defensiu no remet únicament a un esquema que parteix del model de magatzems tripartits, sinó d'un esquema de muralla de compartiments basat en mòduls constructius homogenis que es van repetint de manera constant. Considerem aquest sistema constructiu com una evolució interna de l'arquitectura púnica amb l'objectiu de poder incloure artilleria, i que sorgeix de l'adaptació de models tripartits amb l'herència de les muralles de calaixos característiques de l'arquitectura fenícia. D'aquesta manera, la primera implantació d'aquest esquema constructiu el podem trobar al sistema defensiu púnic d'Olbia, on per primera vegada els arquitectes púnics disposen una muralla de compartiments seguint els esquemes poliorcètics característics del segle IV aC. Per tant, aquest serà el model constructiu que es copiarà en primer lloc a la defensa de l'istme de Cartago i que, posteriorment, els bàrquides implantaran a la península Ibèrica.

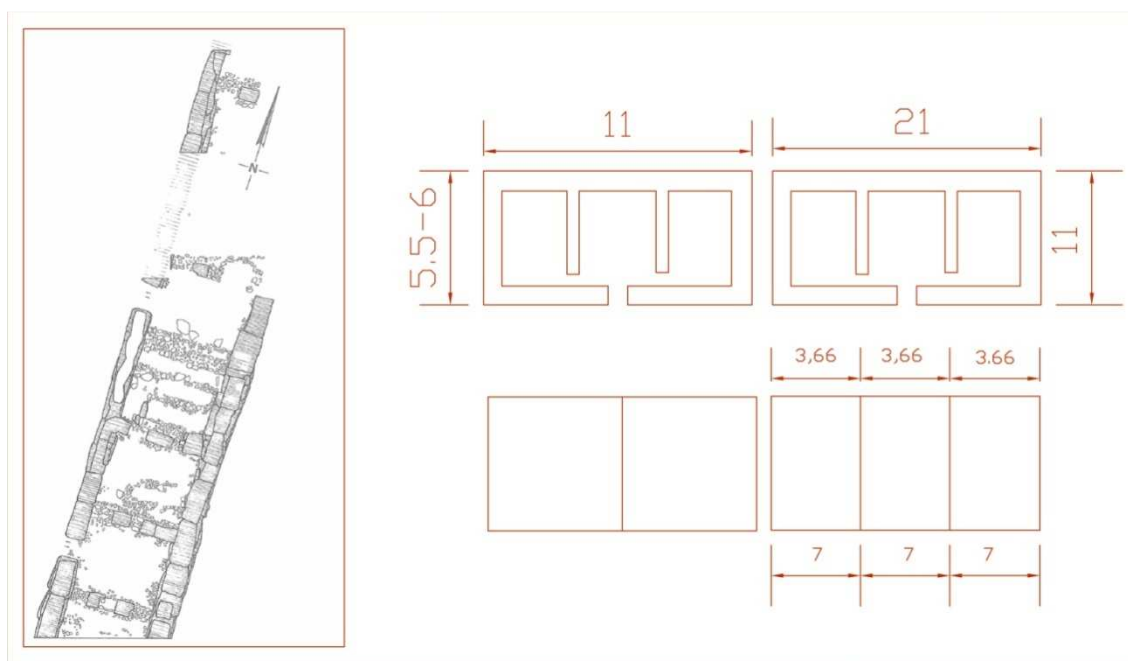


Figura 27. Planta de les restes defensives de la muralla púnica de Cartagena i proposta de restitució metrològica (dalt dreta). A la part inferior dreta de la imatge proposta d'esquema constructiu (modificada a partir de Martín Camino i Marín Baño 1993).

Assentament	Aplicació	Mesura	Unitat	Mòdul/proporció	Cronologia
Toscanos	Urbanisme		0,49 m		S. VIII aC
Màlaga	Muralla Amplada	1,5-6 m.	0,52 m	3 mòduls	S. VI aC
	Torre tripartida	9,2 per 5,2 m.		18 per 10 mòduls (9-5)	
Cartagena	Muralla de compartim.	11 per 5,5-5,7 m.	0,52 m	22 per 11 mòduls (1-2)	S. III aC
Doña Blanca	Muralla de compartim.	3,5 per 3 m. (5,6 per 11,8 m)	0,50 m	24 per 12 mòduls aprox. (1-2)	S. III aC
Carteia	Muralla de compartim.		0,50 m		S. III aC

Figura 28. Taula metrological amb els assentaments feniciopúnics de la península Ibèrica entre els segles VIII i III aC.

### 3. Metrologia grega

#### 3.1. Antecedents i estat de la recerca

L'estudi de la metrologia grega neix com a ciència lligada amb els conceptes de recuperació del classicisme, i de reinterpretació de l'arquitectura grega per tal d'adaptar-la a l'arquitectura moderna. Arran dels estudis de Winckelmann al segle XVIII, s'obre una nova via d'interpretació de l'arquitectura antiga, amb la voluntat de recuperar els ideals grecs. Lligada a aquest corrent d'estudi positivista cal entendre la figura de Friedrich Hultsch, autor en 1862 de l'obra fonamental *Griechische und römische Metrologie*, en la qual es recullen tots els intents previs d'atribució de les unitats modulars gregues, i s'identifiquen un seguit de noves mesures fonamentalment a partir de l'anàlisi dels textos clàssics. Conjuntament, el mateix autor publica posteriorment el *Metrologorum Scriptorum Reliquiae* (1866) on es recull el conjunt de fonts antigues que parlen sobre qüestions de metrologia, i que serà la base fonamental dels estudis sobre cadastració i centuriació romana, característics dels últims decennis del segle XX. Pocs anys després (1883), Wilhelm Dörpfeld continua la línia començada per Hultsch, i compara el sistema metrològic grec amb els sistemes de mesures orientals (perses i babilònics), en els quals es podrien haver inspirat.

El caràcter enciclopedista d'aquestes obres fa que siguin encara de referència. A Alemanya, els estudis de Rottländer, Büsing o Bankel continuen aquesta tendència iniciada per Hultsch, i amplia i precisa les unitats antigues amb l'afegit de les dades iconogràfiques i arqueològiques.

Serà aquest darrer punt el que ha caracteritzat la recerca durant el segle XX i fins a l'actualitat. La contrastació de les dades arqueològiques i la recuperació d'instruments de mesura grecs, així com de relleus antropomètrics, ha permès afinar les unitats de mesura conegudes anteriorment i proposar noves restitucions arquitectòniques. La descoberta, a finals del segle XIX, del relleu metrològic d'Oxford, va permetre identificar el peu àtic i el seu ús com a unitat arquitectònica. Posteriorment, l'augment del nombre d'excavacions a la Grècia continental i el millor coneixement dels temples antics van obrir el camí a nombroses interpretacions constructives i modulars, proposant-se així diverses restitucions geomètriques com els rectangles dinàmics de Hambidge (1920) o els sistemes de proporcions de Ghyka (1931), que intenten comprendre l'harmonia de les construccions gregues amb una visió considerablement idealitzada i idíl·lica de l'arquitectura grega. Aquesta línia de treball es veurà

completada a la dècada de 1980 amb la celebració de nombrosos col·loquis sobre el disseny arquitectònic antic i els seus sistemes de proporcions. En el col·loqui realitzat a Estrasburg al 1984 titulat *Le dessin d'architecture dans les sociétés antiques*, es repassa la problemàtica del disseny arquitectònic amb una base científica, des dels primers models de construcció al Pròxim Orient fins a les construccions basilicals paleocristianes. Entre 1982 i 1984, es realitzen dues reunions molt importants per l'arquitectura grega, en les quals es fixa la problemàtica sobre el disseny constructiu i la planificació arquitectònica, i s'hi reuneixen les darreres interpretacions sobre metrologia grega com a part necessària del projecte arquitectònic grec. En la important reunió de Basilea *Der internationale Parthenon-Kongress*, es recullen les principals aportacions a l'estudi d'un conjunt arquitectònic concret, des de la seva decoració arquitectònica fins al que més ens interessa, que és la unitat de mesura emprada a la seva construcció i el seu sistema de proporcions. Conjuntament, cal destacar la reunió realitzada per l'Institut Arqueològic de Berlín al 1983 titulada *Bauplanung und Bautheorie der Antike* que, com indica el seu nom va estar centrat en els projectes constructius i les teories arquitectòniques, seguint l'estela iniciada per Coulton al seu conegut llibre *Greek Architects at Work* de 1977.

Un cop establertes les bases de la ciència metrològica, aquesta serà dividida fonamentalment en dues branques d'estudi: els sistemes de pesos i volum, i les mesures linears. En primer lloc, l'anàlisi dels pesos antics s'ha relacionat amb la numismàtica antiga, mentre que les mesures linears han estat relacionades amb l'estudi del territori grec i la colonització.

Sobre les mesures de volum i de pesos gregues, el treball més important fins el moment és el recull de Mabel Lang sobre els pesos i les mesures de l'àgora d'Atenes, publicat al 1964 amb el títol *Weights, measures, and tokens* i que recull el total dels elements metrològics recuperats a les excavacions efectuades per l'Escola Americana d'Atenes. Aquest treball ha estat complementat més recentment per Konrad Hitzl (1996), amb el seu estudi sobre els pesos i volums identificats a les excavacions d'Olimpia.

Sobre les mesures linears, el fet de tenir identificades cada cop més eines de mesura gregues i relleus antropomètrics ha permès augmentar el nombre d'unitats de mesura (fig. 29), complementant així el treball inicial de Hultsch, que s'ha vist superat per treballs més recents com el de Berriman (1953). L'aparició del relleu d'Oxford va marcar un abans i un després en la recerca metrològica, ja que permetia, per una part, establir unitats de mesura, i per altra establir les seves correspondències físiques i

## Metrologia grega

antropomètriques. La posterior aparició del relleu metrològic de Salamina va permetre augmentar el nombre d'unitats de mesura gregues, refermant així la variabilitat i multiplicitat de patrons depenent de cada polis grega. L'estudi mètric d'aquest relleu ha permès identificar el valor arquitectònic del peu dòric. Així, mentre que el pioner treball d'Ifigenia Dekoulakou va proposar una unitat de 0,322 m, la posterior reinterpretació i mesura de Mark Wilson Jones ha permès identificar un peu dòric de 0,327 m. El nombre de patrons de mesura ha estat ampliat, més recentment, amb la descoberta d'una esquadra i un regle d'arquitecte recuperats al derelict de Ma'agan Mikhael al 1985, i estudiat per Stieglitz més recentment (2006), el més important és la documentació d'una unitat arcaica, fins ara no documentada al context de la Mediterrània oriental. Conjuntament, un altre element iconogràfic de vital importància per a la precisió de les unitats de mesura són les taules d'estandardització de les teules. Aquestes taules, amb una finalitat merament pragmàtica, no han estat fins el moment interpretades en la seva vessant de fixació d'unitats de mesura, sinó en un sentit de models de fabricació de teules i elements constructius (Coulton 1977, 56).

Al món grec i al món romà, els sistemes de repartiment i divisió de l'espai estan estretament relacionats amb l'àrea que era possible llaurar en una jornada diària (*iugerum*). La definició d'aquestes superfícies i les centuriacions i cadastracions amb elles relacionades va marcar la recerca a partir especialment del darrer terç del segle XX, lligat amb els estudis de l'arqueologia espacial i l'arqueomorfologia. Entre els treballs inicials, destaquem el treball de O. A. W. Dilke (1971) sobre agrimensura romana *The roman land surveyors*, on dedica un apartat inicial als sistemes de repartició de la terra abans de l'època romana, amb un apartat sobre les cadastracions gregues i les unitats i eines de mesura. Conjuntament, al 1973, la publicació del llibre *Problèmes de la terre en Grèce ancienne* realitza un estat de la qüestió sobre els sistemes de la distribució de la terra a Grècia, i apunta els primers estudis de sistematització de casos concrets de la Grècia continental. Durant els anys 80, les taules rodones realitzades a la ciutat francesa de Besançon (1980, 1984) han estat centrades en la definició de la cadastració i en estudis de casos concrets, especialment de la Mediterrània occidental. L'estudi de la colonització grega a Occident ha portat a estudiar, al mateix temps, els sistemes de distribució del territori de les colònies, quan la *chora* ha pogut ser identificada. Cal destacar entre aquests els treballs de Georges Vallet sobre el territori de les colònies gregues de la Magna Grècia i Sicília. A la península Ibèrica, destaca el pioner treball sobre la cadastració grega d'Emporion (Plana 1994), reinterpretat més recentment per Dirce Marzoli (2005). Al context oriental, destaquem molt especialment els estudis de la divisió de la terra a la

península del Quersonès Tàuric (Crimea), excepcionalment conservats i estudiats per Saprykin (1994, 1997), Joseph Carter (1998) i Galina Nikolaenko (2006).



Figura 29. Mapa dels principals assentaments grecs esmentats al text: 1. Focea; 2. Mégara Hyblaea; 3. Siracusa; 4. Casmene; 5. Velia; 6. Himera; 7. Segesta; 8. Agrigento; 9. Selinunte; 10. Olbia; 11. Marsella; 12. Agde; 13. Roses; 14. Empúries. (font: Académie d'Aix-Marseille Histoire et Géographie)

### 3.2 Fonts històriques i plantejaments inicials

Mitjançant Heròdot coneixem quin era l'origen de la mètrica al món grec. Segons l'historiador hel·lè<sup>36</sup> el grecs haurien après l'art de la geometria dels egipcis, que des de temps immemorials haurien delimitat les crescudes del Nil, i es repartirien lots entre els habitants amb una voluntat darrera de regulació de les taxes que haurien de pagar; així mateix ens comenta com també el grecs haurien adaptat el *gnòmon* i la divisió solar dels babilònics. Les primeres referència textuals sobre les unitats de mesura gregues les trobem a Homer: a l'Odissea es menciona l'ús del colze quan dona les

---

36 Heròdot, *Històries*, II, 109, op. cit., pàg. 399.



## Metrologia grega

dimensions d'una fossa<sup>37</sup> i d'un terreny<sup>38</sup>; igualment, es menciona l'ús de la braça com a sistema de mesures quan avalua les dimensions del tronc d'un arbre<sup>39</sup>. El tercer sistema de mesures mencionat per Homer és el *plethron* de 100 peus, al qual es fa referència quan dona la mida del gegant Tytos, de qui diu que feia 9 *plethroi*<sup>40</sup>; i també la del deu Ares, de qui deia que tenia una alçada de 7 *plethroi*<sup>41</sup>.

Cinc segles després, Heró d'Alexandria continua la mateixa creença, i remet novament a l'origen de la geometria com una invenció egípcia, i ens afegeix que aquesta divisió de la terra seria efectuada pels egipcis mitjançant la corda i la vara<sup>42</sup>. Aquests coneixements haurien arribat al món grec mitjançant els contactes amb el món egipci, especialment freqüents des de la presència de mercenaris grecs al servei de Psamètic I al voltant del 660 aC. A més, cal considerar la influència que rebrien el grecs en termes de matemàtiques del món mesopotàmic, cosa que per altra part no ha quedat reflectida a les fonts grecolatines. A diferència del món egipci, els principis grecs de geometria es van practicar pel plantejament urbanístic de les ciutats, i no tant per la divisió del camp. En època arcaica, les ciutats mostren un creixement orgànic no ortogonal, el que indica que no hi ha una completa distribució regular de l'espai. Serà únicament en els casos en que la ciutat hagi de ser tornada a edificar, com Olbia, que aquesta nova construcció es faci seguint un detallat patró regulador. Així mateix, el patró regulador es retroba ja a les fundacions colonials, tant a la ciutat com al seu territori, i a aquelles ciutats gregues arcaiques que s'amplien en època clàssica com és el cas de Priene.

Al seu detallat estudi sobre la geometria grega, Heró indica com les mesures són conegudes per parts del cos i la seva proporció entre unes i altres, dintre d'aquest caràcter antropomètric que caracteritza la metrologia històrica. Sobre les unitats mètriques, Heró fa esment d'alguns dels patrons que es trobarien en ús al món grec en època romana; en aquest sentit s'indica com el patró fonamental és el peu, i al voltant d'aquest s'establiran el conjunt d'equivalències amb els seus divisors. Els peus esmentats per Heró són el peu reial i el peu filetari, així com el peu itàlic, que en conjunt, seran els patrons d'equivalència emprats a les construccions d'aquest

---

37 Homer, *Odissea*, X, 517, pàg. 79, edició de V. Berard, Les Belles Lettres, Paris, 1953.

38 Homer, *Odissea*, XI, 26, op. cit., pàg. 82.

39 Homer, *Odissea*, IX, 325, op. cit., pàg. 42.

40 Homer, *Odissea*, XI, 577, op. cit., pàg. 107.

41 Homer, *Ilíada*, XXI, 407, pàg. 437, edició de A. T. Murray, Loeb Classical Library, Londres, 1963.

42 Heró d'Alexandria, *Geometría*, IV, op. cit., pàg. 176.

moment<sup>43</sup>. D'aquesta manera, no s'estableix la relació entre aquestes mesures i la resta de patrons mètrics grecs anteriors, el que ens estaria indicant que aquest sistema de mesures hauria estat substituït en època altimperial. El peu filetari fa referència a Fileteros de Pèrgam (343-263 aC) a qui s'associa aquest patró corresponent a una mesura de 0,333 m, que serà especialment usada en època hel·lenística i romana, quan s'assimilarà al *pes Drusianus*, anomenat així per Neró Claudi Drus, nebot d'August, qui fixaria el seu ús a Germània i a la Gàl·lia romana.

Pel món grec, disposem de nombroses referències literàries sobre les reformes metrològiques que configuren l'evolució i adaptació dels diferents sistemes mètrics emprats per les *poleis* gregues des d'època arcaica. A Fidó d'Argos (segle VII aC) li correspon la primera reforma mètrica i la invenció del sistema de pesos i mesures anomenant, per tant, fidoni<sup>44</sup> que seria fixat entre els habitants del Peloponès<sup>45</sup>. La següent reforma va correspondre a Soló (segle VI aC) qui entre d'altres decisions va augmentar les mesures, els pesos i les monedes de Fidó<sup>46</sup> amb l'objecte de fomentar el comerç amb les ciutats comercials de l'Egeu. Andòcides explica com el sistema de mesures pel qual s'han de valer els atenesos a finals del segle V aC correspon a les lleis de Soló<sup>47</sup>. Fora del context d'Atenes, les mesures de Fidó seguirien en ús al món grec en temps d'Aristòtil (segle IV aC) i estarien coexistint amb el sistema de mesures solonians (Johnston 1934, 183).

«[...] Si algú acunya moneda de plata en aquestes ciutats, i no fa ús per les monedes, pesos i mesures dels patrons d'Atenes, sinó de monedes, pesos i mesures foranis, el càstig estarà en concordància amb el decret previ que va proposar Clearc.»<sup>48</sup>.

Una altra font important sobre les representacions mètriques en l'arquitectura són les *syngraphai*, que seran aquells decrets o autoritzacions per aixecar els edificis o altres obres, i que donen molt de detall de la forma en que la construcció hauria de ser realitzada (Scranton 1960, 161; Coulton 1977, 54). Els dissenys previs de les

---

43 Heró d'Alexandria, *Geometría*, IV, 23, op. cit., pàg. 401.

44 Estrabó, *Geografía*, VIII, 3, 33, pàg. 98, edició de J. J. Torres, Biblioteca Clásica Gredos, 289, Madrid, 2001; Plini, *Història Natural*, VII, 198, pàg. 115, edició de R. Schilling, Les Belles Lettres, Paris, 2003.

45 Heròdot, *Històries*, VI, 127, op. cit., pàg. 281.

46 Aristòtil, *Constitució dels atenesos*, 10, 2, pàg. 73, edició de M. García Valdés, Biblioteca Clásica Gredos, 70, Madrid, 1984; Plutarc, *Vida de Soló*, 15, pàg. 17, edició de C. Riba, Bernat Metge, Barcelona, 1926.

47 Andòcides, *Sobre els misteris*, 1, 83, pàg. 150, edició de J. Redondo, Bernat Metge, Barcelona, 2006.

48 R. Meiggs, D. Lewis, 1969, 12-13.

## Metrologia grega

construccions serien realitzades en paper, pedra o fusta, com es recull a l'Antic Testament (Ezequiel, 4.1). El plànol base és conegut com *ichonografia*, i seria realitzat mitjançant compàs i regla. L'exemple més important conservat d'especificacions tècniques prèvies, *syngraphai*, és la construcció de l'arsenal naval del Pireu (347-346 aC), per part de l'arquitecte Filó d'Eleusis:

«La longitud serà de quatre plethra, l'amplada 50 o 55 peus, incloent els murs. Es cavarà la terra del solar 3 peus on és més alta i igualada en les altres parts. En aquesta àrea, la fonamentació serà disposada a la mateixa alçada i el conjunt terraplenat al mateix nivell. Els fonaments s'estendran per suportar els pilars fins a una distància de 15 peus a partir dels murs, incloent el gruix del pilar (...) Es deixaran obertes dues portes en cada costat de l'arsenal, cadascuna de 9 peus d'amplada. Es construirà un mur central en cada extrem entre les portes, de 2 peus d'amplada y que s'estendrà 10 peus cap a l'interior (...) L'alçada dels murs serà de 27 peus incloent el tríglif sota la cornisa, i l'alçada de les portes serà de 15 peus i mig»<sup>49</sup>.

Com a valors antropomètrics aquí estan indicats el dit o δάκτυλος, el pam o παλαιστή que equival a 4 dits, i el peu o πούς equivalent a 4 pams. L'estudi de Foucart d'aquest document indica que el peu aquí gravat seria una unitat de mesura de 0,308 m (Foucart 1882, 546). Aquesta inscripció, més que un document de treball pràctic seria part del registre públic de la ciutat, que acostuma a conservar el registre dels projectes que utilitzaven fons públics (Kostof 1984, 24). Seguint la llei, una còpia devia ser gravada en pedra i disposada abans de l'adjudicació per tal de tenir-ne coneixement públic.

Una altra *syngraphe* conservada informa sobre els termes d'un contracte i les especificacions precises. La inscripció trobada a Eleusis és un contracte pel transport de pedres des de la pedrera de marbre pentèlic, i fa una descripció detallada de les mesures que aquestes pedres haurien de tenir (Coulton 1977, 55).

A Jerusalem ha estat recuperat també un decret gravat en pedra datat en aquest cas d'època bizantina. Aquesta inscripció trobada prop de l'aqüeducte diu que ningú podrà plantar en una distància de 15 peus, i per a que consti s'indica en una cavitat a la part baixa de la pedra quina és la unitat de mesura de referència (en aquest cas el peu de 0,308 m) (Abel 1926, 284-288) (fig.30).

---

49 IG, II-III, ii, I, 1668; Foucart, P. F., 1882, 540-555.



Figura 30. Decret d'època bizantina amb indicació en baix relleu de la unitat de mesura de referència (extret de Reich 2001, fig. 113).

Per una altra part, les anotacions pràctiques del dia a dia dels mestres d'obra serien fetes probablement en taules de fusta que no han estat conservades, però sí que disposem de nombroses inscripcions gravades en pedra que reflecteixen qüestions legals, financeres i pràctiques (Maier 1954).

Tal i com recull Aristòtil a la Constitució dels Atenesos, les mesures i els pesos públics de les ciutats eren responsabilitat dels *agoranomoi*, funcionaris responsables de totes les qüestions relatives a l'agora; a Atenes, el nombre de representats era de 10 (5 representant el Pireu i 5 la ciutat d'Atenes)<sup>50</sup>, en altres ciutats gregues com Delos o Thasos també existeix la figura de l'*agoranomoi* tot i que no es coneix el nombre de representats que tindria. A Atenes, a partir del segle IV aC, l'augment de les responsabilitats atribuïdes als *agoranomoi* porta a l'aparició de la figura dels

---

<sup>50</sup> Aristòtil, *Constitució dels atenesos*, 51, 1, pàg. 139, edició de E. Rackham, Loeb Classical Library, Londres, 1961.

## Metrologia grega

*metronomoi*, que podrien estar sota supervisió dels anteriors (Stanley 1979, 18) i que serien els encarregats de controlar que els mercaders fessin servir els pesos i les mesures correctes. El seu nombre, com recull també Aristòtil, és de 10, dels quals 5 estarien en representació del Pireu i 5 d'Atenes<sup>51</sup>. La troballa al 1967 d'una inscripció a les excavacions de l'agora d'Atenes mostra el nom dels 5 *metronomoi* atenesos i els seus 2 secretaris corresponents a l'any 222-221 aC (Vanderpool 1968, 73). La seva descoberta a sobre d'uns dels darrers paviments de l'stoá sud ha portat a identificar aquesta habitació amb l'oficina dels *metronomoi* atenesos.

Els sistemes de mesures grecs d'època clàssica es veuen ben reflectit en els relleus de Salamis i d'Oxford i en el regle de Ma'agan Mikhael, tots aquests elements pertanyen a un mateix moment cronològic datat durant el segle V aC i mostren, en darrera instància, el conjunt de mesures que estaven en ús durant aquest moment. El relleu antropomètric de Salamis recuperat al 1985 és una prova eloqüent del fet que els sistemes de mesures antics deriven del cos humà. Aquí estan gravades les mesures del peu, el colze, la mà i el pam (Wilson Jones, 2000; Wesenberg, 2002) (fig. 31).



Figura 31. Relleu metrològic de Salamis (extret de Dekoulakou-Sideris 1990, 446).

El relleu d'Oxford es troba conservat en la seva pràctica totalitat, però les mesures representades són considerablement menors, ja que només es registren les mesures del peu i la braça, que es representa com la distància total amb els braços oberts

---

51 Aristòtil, *Constitució dels atenesos*, 51, 2, op. cit., pàg. 139.

(Michaelis, 1883) (fig. 32). Ambdós relleus testimonien l'ús a Grècia del peu dòric, el peu àtic, el colze reial egipci o peu sami, i el peu comú o de Salamina (Wilson Jones 2000, 90). Tots tres elements fan referència a la reforma metrològica efectuada per Soló i citada per Aristòtil, d'aquesta manera es reflectiran gravades les mesures estandarditzades, tal i com trobarem posteriorment a les taules de mesurar del nord d'Àfrica. Per altra part, mentre que els relleus presenten una important càrrega artística i són principalment les representacions simbòliques d'un procés reformador, la vara o regle no és sinó la plasmació al camp d'aquest procés. Tanmateix, comparat amb les taules púnico-romanes, els relleus grecs no mostren la dimensió mercantilista de les taules i cal entendre-les dintre d'una figuració simbòlica i legislativa.



Figura 32. Relleu metrològic d'Oxford (extret de Michaelis 1883).

A diferència dels relleus metrològics de Salamina i Oxford, a les taules d'Assos i Atenes sí que es graven els sistemes de mesures amb una finalitat pràctica i de treball. Aquestes taules s'han recuperat a l'àgora d'aquestes ciutats, on haurien estat exposades; la seva finalitat era la de comprovar la mesura de les teules destinades al cobriment dels sostres de les construccions, i per aquesta raó es marquen en secció els diferents tipus de teules amb la seva mesura estandarditzada. A la taula d'Atenes, conservada parcialment, s'hi troben en alt relleu dues teules diferents, destinades a la coberta, i fetes en base a un peu de 0,328 m, que correspon a 3 cops la llargada d'una teula (Stevens 1950, 179) (fig. 33).

## Metrologia grega

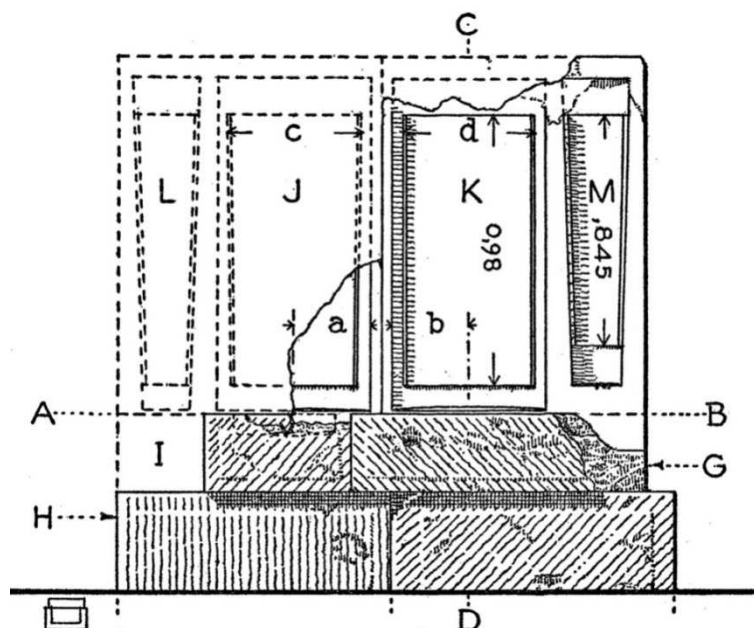


Figura 33. Restitució de l'estàndard de teules recuperada a l'àgora d'Atenes (segons Stevens 1950, fig. 2)

A la taula d'Assos s'hi troben representats els estàndards de teules lacònies i corínties, en el centre de la taula s'identifiquen quatre patrons de mesures que es comprovarien mitjançant una vara de bronze, ja que s'han pogut recuperar restes d'aquest material al seu interior (Clarke *et al.* 1902, 72) (fig. 34).

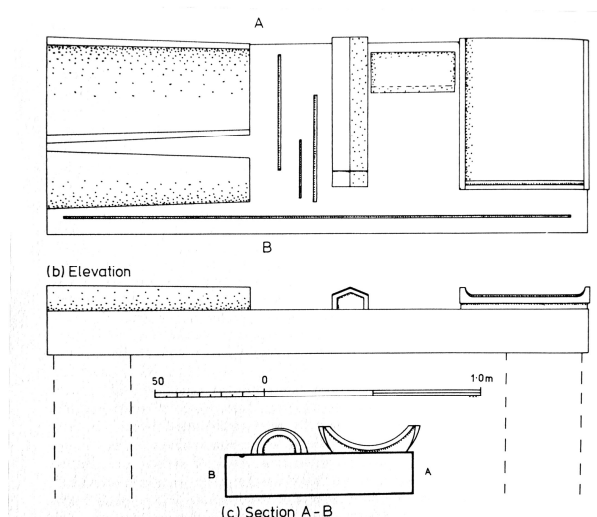


Figura 34. Representació de l'estàndard de teules recuperat a Assos, al centre i a la part inferior del dibuix superior es representen tres unitats basades en un peu i en una vara de cinc peus, respectivament (extret de Clarke *et al.* 1902, fig. 15).

Sobre la representació mètrica dels sistemes defensius grecs disposem d'algunes referències clàssiques, com és el cas de l'emblemàtica construcció del castell d'Euryalos a Siracusa, atribuïda al monarca Dionís, i esmentada a les fonts per la seva

excepció i innovació defensiva. Així, ens comenta la rapidesa amb què es va construir aquest mur :

«És per aquest motiu, de forma inesperada, en vint dies, la muralla va ser acabada, construïda amb una llargada de trenta estadis i d'una amplada adaptable, de manera que el mur al que s'ajusta la força natural de la posició no pugui ser pres per assalt; la muralla estava flanquejada de torres, construïdes de carreus de quatre peus ben ajustats»<sup>52</sup>.

El sistema metrològic grecoromà, a diferència dels altres sistemes de mesures com l'egipci, el fenopúnic o el babilònic, es caracteritza per l'ús del peu com a unitat de representació modular antropomètrica, en lloc del colze que caracteritza les altres cultures. Com anem observant les fonts gregues mencionen constantment l'ús del peu per a les seves construccions, en detriment del colze. Aquest fenomen es veurà reafirmat en la troballa a Efes d'una inscripció a un mur on s'esmenta que les torres de la muralla s'aixequen amb una projecció de 50 peus (πόδας πεντηκοντα)<sup>53</sup>.

### 3.3 Instruments de mesura grecs

Al món grec trobem nombrosos instruments emprats per a mesurar distàncies, els quals serien usats tant per a la repartició del territori de la *chora*, com dintre de la ciutat per a la planificació urbanística, la divisió dels lots i les illes de cases. La majoria d'aquests instruments tindrien un origen egipci o oriental (assiri o babilònic), però seran els grecs que aconseguiran un major grau de desenvolupament que s'exportarà posteriorment al món romà mitjançant les colònies gregues de la Magna Grècia.

Hem de diferenciar, per una part, aquells instruments destinats a mesurar grans distàncies, i que s'emprarien en la distribució territorial a gran escala, com per exemple el lot de terreny destinat per a cada colon, i que per tant tindrien una necessitat de precisió menor. Per una altra part, tenim aquells altres instruments de dimensions més petites destinats a la mesura d'elements arquitectònics i decoratius de mida inferior, i que per tant necessiten un major grau de precisió.

Dintre del primer grup, l'eina més habitual per mesurar grans distàncies seria la corda, que podia ser fabricada amb diferents tipus de fibres com l'espart o el lli. L'ús de

---

52 Diodor de Sicília, *Biblioteca històrica*, XIV, 18, 8, pàg. 29, edició de M. Bonnet i E. Bennett, Les Belles Lettres, Paris, 1997.  
53 Maier, F. G. 1954.



## Metrologia grega

la corda està mencionat per Homer a l'Odissea, amb una llargada d'una braça<sup>54</sup>. Igualment, Herodot en parla per tal de mesurar els camps i la terra que s'ha de repartir<sup>55</sup>. La mesura de corda més estandarditzada seria de 120 peus, el conegut com *schoinos* i que forma la unitat bàsica de l'*aroura*, que constitueix l'estàndard de mesura del terreny, que es compon d'un *schoinion* quadrat. Aquesta corda podria ser subdividida amb nusos per tal de marcar graelles quadrangulars, i plantejar sobre el terreny una planificació acurada. A una llei grega trobada a les excavacions d'Himera es parla de l'ús del *schoinos* per redistribuir la terra, en aquest cas aplicat en forma de *hemischoinos* ἡμίσχοινον (Brugnone 1997, 269). El seu ús com unitat de mesura és testimoniats també a Sicília en un contracte de compravenda, gravat a una taula de plom de Camarina, amb la llargada d'un *δίσχοινον* (Manganaro 1977, 1339).

Com alternativa a la corda per mesurar s'usaria la cadena d'acer, mencionada per Heró d'Alexandria<sup>56</sup>. En darrer lloc, per mesurar distàncies molt grans, i ja no destinat a la repartició de territori, seria habitual comptar les passes, els coneguts com *bematistai* que van formar part de l'exèrcit d'Alexandre el Gran (Lewis 1997, 22).

Del segon grup<sup>57</sup>, l'eina més comuna serà la vara de mesurar o *kalamos*, fabricada originàriament de canya, fusta, bronze o os. La vara constaria de 5 o 6 peus<sup>58</sup>, i proporciona una precisió superior i, per tant, serà l'eina més emprada pels arquitectes i constructors; d'aquí que, a diferència de la corda, aquesta eina seria només utilitzada dintre de la ciutat per a les construccions arquitectòniques. Conjuntament amb aquesta, l'eina més antiga emprada a la construcció seria la plomada, per tal de mantenir les parets rectes; a la Bíblia aquesta eina és anomenada *anakh* i la seva llargària s'adaptaria a les necessitats específiques (Reich 2001). Una vara de 5 o 6 peus és la que trobem gravada a la taula d'Assos, situada a la part inferior i que contrasta amb les altres tres unitats d'un peu o un colze, també gravades (Clark *et al.* 1902, 71).

---

54 Homer, *Odissea*, X, 167, op. cit., pàg. 61.

55 Heròdot, *Històries* I, 66, op. cit., pàg. 79.

56 Heró d'Alexandria, *Dioptra*, 34, pàg 293, edició de H. Schöne, Teubner, Leipzig, 1903.

57 Per al món romà comptem amb nombroses referències tant iconogràfiques com escrites i arqueològiques sobre els instruments de mesura més emprats pels arquitectes romans, cal destacar especialment el conjunt de peces recuperades a la botiga de Verus de Pompeia (Dilke 1971, 73). El major nombre de representacions iconogràfiques es troben en esteles funeràries d'arquitectes romans, un estudi de conjunt d'aquestes reproduccions és (Zimmer 1985).

58 En època romana la vara més comuna serà la de 10 peus romans, també coneguda com pertica o decempeda, d'aquí que als agrimensors romans també es coneguin com decempedator.

La troballa al 1985 del derelict anomenat Ma'agan Mikhael a la costa d'Israel ha proporcionat la recuperació, entre els seus materials, d'un regle, un escaire de fusta i un fil de plom (fig. 35).



Figura 35. Fotografia del regle i escaire recuperats al derelict de Ma'agan Mikhael (modificat a partir de Mor 2004, fig. 18).

En un moment inicial va ser interpretat com un conjunt d'elements per tallar la fusta, però les noves interpretacions porten a considerar-lo com a materials de treball dels arquitectes (Stieglitz 2006). L'escaire, com és obvi, és un element fonamental per fer angles rectes, la seva recuperació indica la preocupació i la disposició del triangle pitagòric, al qual tornarem posteriorment, i que hauria estat emprat de manera empírica fins a la posterior fixació del teorema pitagòric al segle VI aC. Estem davant del millor exemple conservat del tipus d'eines que farien servir els arquitectes a les seves edificacions. El conjunt ha estat datat aproximadament al 400 aC, gràcies a l'estudi del material ceràmic que l'acompanyava.

Tal i com hem fet esment respecte al món romà nord-africà, al món grec també han estat identificades algunes taules per mesurar volums, conegudes com *sekoma*. La taula hel·lenística de Maresha, datada durant el segle II aC, és decorada amb caps de lleons i a la part superior es disposen quatre circumferències on es mesuren les diferents capacitats indicades al seu voltant (fig. 36).

## Metrologia grega

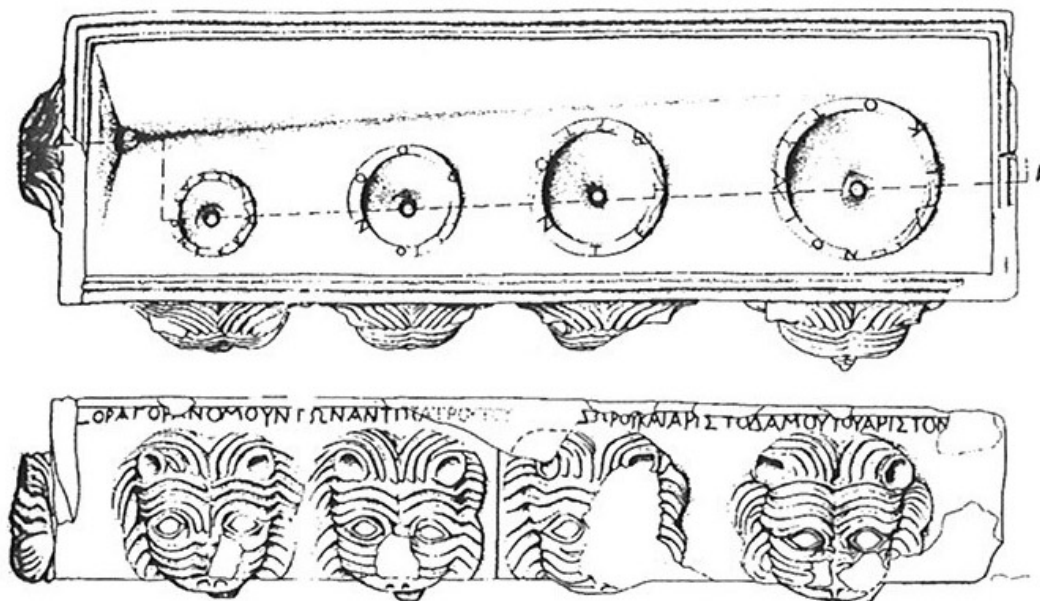


Figura 36. Taula de mesures de capacitat de Maresha (extret de Finkielsztejn 2001, fig. 29).

La inscripció fa referència a Antipatros com *agoranomoi* (Finkelsztejn, 2001, 15-20). Les excavacions a Assos van poder identificar dues altres taules per mesurar volums de tipus similar a la de Maresha. Aquestes taules presenten quatre o cinc obertures circulars de secció troncocònica, i disposades en sentit ascendent d'esquerra a dreta (fig. 37). Al costat de les obertures s'identifiquen les mesures a les quals correspondrien cadascuna de les capacitats. En aquest cas, es graven la còtila, el sextari i el quènice; l'estudi de les seves capacitats indica l'adopció dels estàndards de mesures àtics (Tarbell 1891, 443).

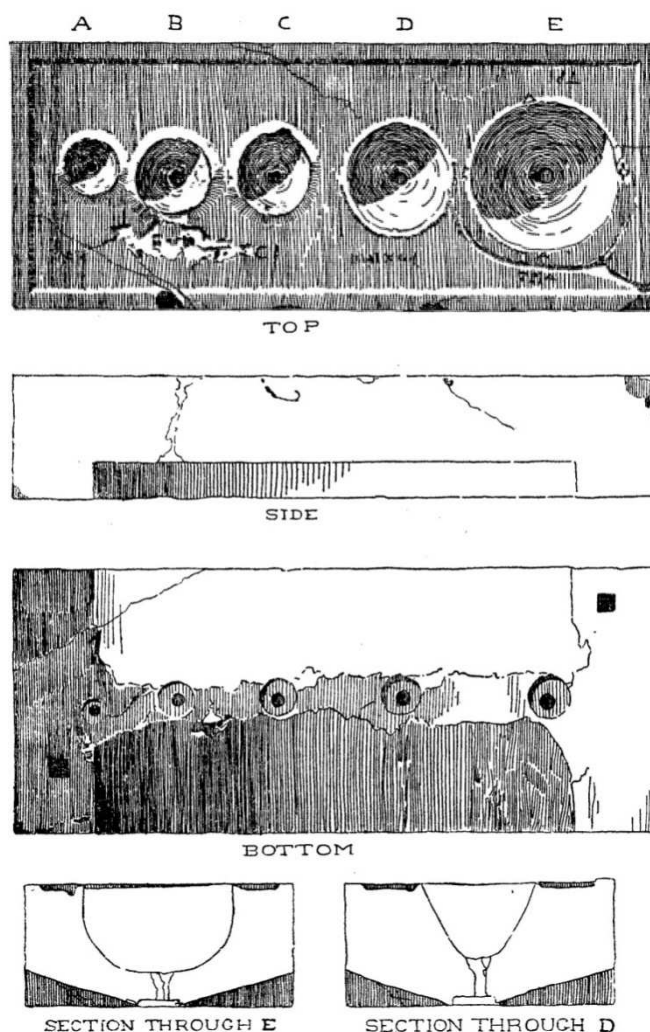


Figura 37. Taula de mesures de capacitat d'Assos (extret de Tarbell 1891, fig. 7).

Altres taules d'aquest tipus han estat recuperades a Atenes, Lacònia, Lebas, Panidon o Naxos; totes trobades a l'àgora, i són una mostra inequívoca de la voluntat de regularització del comerç entre les diferents *poleis*. Per altra part, ens permeten apropar-nos als sistemes grecs de mesures, així com a la seva evolució cronològica; el fet de l'adopció dels sistemes de mesures d'Atenes és una prova del caràcter regulador de les reformes metrològiques i de la seva implantació, com hem pogut comprovar també pel que respecta als sistemes de mesures linears.

### 3.4 Metrologia grega: unitats de mesura orientals

Després d'haver apuntat els orígens de l'estudi de la metrologia grega, així com les principals referències literàries i eines de mesura de què disposem, considerem necessari intentar fixar, seguint la bibliografia moderna, quines han estat les unitats de mesura característiques de les *poleis* gregues. La bibliografia generada en aquest dos darrers segles sobre unitats de mesura gregues en època clàssica és molt abundant, i les taules presents en molts estudis, especialment dels autors de l'escola alemanya, són poc entenedores i en dificulten la comprensió.

En una primera ullada es pot comprovar com la qüestió de la metrologia grega és considerablement complexa. La multiplicitat d'unitats de mesures identificades respon sens dubte a la diversitat de *poleis* gregues i al caràcter regional d'aquestes mesures, tot i tenir uns divisors comuns. A això es pot sumar el fet que cada arquitecte faci servir el sistema de mesures característic de la seva regió, i que sigui aquest el que s'empri quan li encomanen la construcció d'una determinada obra (Bankel 1984a, 428). La interpretació actual de les mesures antigues és conflictiva en primer lloc perquè és necessari cercar equivalents amb el nostre sistema de mesures, el que pot provocar petits marges d'error que s'han de tenir en consideració. En segon lloc, la multiplicitat de denominacions que es troba als estudis de metrologia grega no està reflectint del tot la realitat de l'arquitectura grega, sinó la visió actual que li donem a aquesta. En aquest sentit, cal tenir molt present que la denominació actual de les unitats de mesura gregues respon a una interpretació moderna segons criteris regionals; així, podem trobar la definició del peu àtic, el peu sami, el peu dòric, el peu jònic, el colze de Samos, etc; és a dir, un ventall molt gran d'unitats de mesura a les quals se sumen aquelles unitats de les quals sí que coneixem el seu nom mitjançant les fonts gregues, com és el cas del peu fidoni, el peu solonià, el peu filetari o el colze de Samos. Aquest fenomen contrasta amb el que succeeix en època romana, on les diverses unitats de mesura estan fixades i en coneixem la denominació antiga i el valor seguint el sistema mètric decimal, com és el cas del *pes oscus*, el *pes monetalis*, el *pes ptolemaicus*, i el *pes drusianus*, que són com veurem les unitats de mesura característiques de tota la història romana, i que conviuen amb altres unitats de mesura regionals.

Dins la cultura grega, tenim l'avantatge de disposar dels relleus metrològics i les taules d'estandardització de les teules, que ens mostren quines serien les unitats de mesura característiques, i a partir dels quals es possible fixar els diversos patrons. Malgrat això, com hem vist, les diferents apreciacions d'aquests relleus porten a variar lleugerament les interpretacions d'aquestes unitats. A més, cal considerar el fet que els

relleus no tenen una finalitat pràctica com les taules metrològiques romanes, d'aquí que el seu grau de precisió sigui aproximat. En tot cas, juntament amb les eines de mesura del derelict de Ma'agan Mikhael són les millors fonts per conèixer les unitats gregues. Les referències escrites són més difícils d'interpretar, ja que en la majoria dels casos només es menciona l'ús del peu, el *schoinios*, l'estadi o el *plethron*, però no s'especifica quina unitat de mesura concreta es fa servir. Únicament Heró d'Alexandria, que ja correspon a un moment tardà de la cultura grega (segle I dC) esmenta el peu filetari i el peu itàlic, i ens mostra l'equivalència entre aquest dos, ja que el peu filetari es divideix en 16 dits, el que equival a 13,3 dits itàlics<sup>59</sup>, i a partir d'aquí podem definir el peu filetari com de 0,33 m, per 0,275 m que correspon al peu itàlic.

La interpretació de les unitats de mesura a partir de l'anàlisi arquitectònica és paradoxalment més difícil. Malgrat que en la majoria de les ocasions es conserva tant la planta com l'alçat, les propostes de restitució són tantes com estudis s'hi ha realitzat. El millor exemple és el Partenó<sup>60</sup>, potser l'edifici més emblemàtic de l'arquitectura grega, i per tant, sobre el qual s'han fet més restitucions al llarg de la història. En aquest cas, al congrés realitzat a Basilea centrat únicament en el Partenó, l'estudi de Bankel fa un repàs de les diferents unitats de mesura amb les quals s'ha restituït aquest edifici, des dels 0,294 m proposats per Mertens i Dorpfeld, fins als 0,326 m proposats per Dinsmoor o Riemann, passant pels 0,308 m proposats per De Wade, Hultsch o Berriman (Bankel 1984b, 37).

Considerem que donar un qualificatiu modern a cada peu (àtic, dòric, jònic, etc.) es atribuir a aquests sistemes de mesures una denominació, que emmascara la realitat antiga i atorga filiacions que poden no ser del tot correctes. D'aquí que per al nostre estudi optem per les denominacions antigues de què disposem, i per a les altres deixem una denominació oberta.

A continuació, presentem un resum de les principals unitats de mesura identificades contrastades amb les fonts escrites i l'arqueologia (fig. 38):

**Peu fidoni** – es tracta d'una de les unitats més antigues, i que tindria una forta implantació al llarg de la història. La seva creació es deu al tirà Feidó d'Argos que va

---

59 Heró d'Alexandria, *Geometria*, 4, 3, op. cit., pàg. 185.

60 Sobre el Partenó, Plutarc a la seva vida de Pericles ens informa que tenia una cel·la de 100 peus ἐκατόμπεδον cf. Plutarc, *Pericles*, XIII, 4, pàg. 41, edició de B. Perrin, Loeb Classical Library, Londres, 1958.

## Metrologia grega

viure al segle VII aC, i al qual se li atribueix una reforma metrològica que implantarà aquesta unitat. El seu valor ha estat identificat al regle de Ma'agan Mikhael, datat al segle V aC, i s'ha proposat una mesura de 0,333 m (Stieglitz 2006, 196). Aquesta unitat serà coneguda posteriorment com a peu filetari, per Filetari de Pèrgam (segles IV-III aC), i amb aquesta denominació serà fixat per Heró d'Alexandria (IV, 3) durant el segle I dC, el que representa la gran continuïtat que va tenir aquesta unitat de mesura, amb el seu ús a Grècia fins a l'època imperial romana.

**Peu solonià** – aquesta unitat és de creació més moderna a l'anterior, per part del legislador Soló d'Atenes (segle VI aC). La seva reforma metrològica va reduir el valor de la mina de Feidó, com esmenta Aristòtil. Aquesta unitat està gravada, novament, al regle de Ma'agan Mikhael, en relació a la mesura fidonia. El seu valor és de 0,327 m (Stieglitz 2006, 197). Aquest peu és el mateix que va ser anteriorment identificat per Dinsmoor com a peu dòric (Dinsmoor 1961), denominació que ha tingut una gran popularitat, però que no representa sinó una interpretació actual d'un sistema de mesura antic. Com a peu dòric o peu solonià, aquesta mesura va ser estesa a la Mediterrània mitjançant la colonització grega. Com veurem, s'utilitza especialment a la zona de la Magna Grècia i Sicília. A Atenes, aquesta mesura estaria en ús almenys des del segle V aC, com demostra l'estàndard per a teules trobat a les excavacions de l'àgora, les quals tenen una llargada homogènia de 3 peus de 0,327 m (Stevens 1950, 179). També a Atenes, aquesta unitat és la que ha estat proposada per a la construcció de l'Hephasteion, datat al segle V aC (De Zwarte 1996). Aquesta mateixa unitat és la identificada al regle gravat al relleu de Salamis (Wilson Jones 2000, 79).

**Colze de Samos** - l'atribució d'aquesta unitat la trobem a Heròdot (segle V aC), qui ens diu que el colze de Samos era igual al colze egipci<sup>61</sup>. Aquesta unitat tindria, per tant, un valor de 0,52 m tal i com està gravat als relleus metrològics romans de Leptis Magna i Cuicul, als quals hem fet esment al capítol sobre la metrologia fenícia a la Mediterrània central (cap. 2.4). Aquesta és la unitat present al relleu d'Oxford, en forma d'una braça de 4 colzes de 0,52 m, i al qual s'ha atribuït un origen sami (Michaelis 1883, 339). El seu ús com a unitat de mesura el trobem representat també a la taula d'estandardització de les mesures de les teules d'Assos, junt a altres dues unitats de mesura (Clark, Bacon i Koldewey 1902, 71). La seva aplicació ha estat proposada igualment a la construcció del temple d'Hera de Samos. Els treballs de Hallier i Tréziny a Massalia han identificat el seu ús en època tardo-hel·lenística. Aquesta mesura ens

---

61 Heròdot, *Històries* II, 168, op. cit., pàg. 481.

mostra, en resum, l'estret vincle de les mesures gregues amb els egipcis, dels quals segons Diodor de Sicília els grecs haurien adaptat la geometria<sup>62</sup>. En darrer lloc, a aquest colze s'associa el probable peu de Samos de 0,346-35 m, que equival a 2/3 del colze de 0,52 m.

**Peu arcaic** - a partir de l'anàlisi de l'escaire de Ma'agan Mikhael es va poder identificar una unitat de mesura arcaica, amb un valor de 0,2775 m (Stieglitz 2006, 201). Es tractaria d'una unitat anterior al peu feidoni i solonià, que pot remetre a un origen neobabilònic basat en una unitat de 0,55 m. Com veurem posteriorment, aquesta unitat tindrà una gran acceptació a la Mediterrània occidental a partir del segle IV aC, i serà la base del peu itàlic, unitat de referència romana abans de la implantació del *pes monetalis*.

**Peu jònic o peu àtico-jònic** – aquesta unitat és la que trobem representada al peu gravat al relleu metrològic d'Oxford (Michaelis 1883, 337). La seva mida està generalment tipificada com de 0,294-6 m (Büsing 1982, 2), amb una subdivisió en 4 pams i 16 dígits. Aquest patró serà la base del sistema metrològic romà imposat a les reformes metrològiques d'August de l'any 20 aC.

Altres unitats de mesures que han estat identificades als relleus metrològics i a les taules de mesures tenen una difusió molt més reduïda i s'han interpretat com a patrons locals o regionals. Un exemple d'aquestes unitats és el peu d'aproximadament 0,306-307 m, representat al relleu de Salamis, i recentment interpretat (Wilson-Jones 2000, 79), modificant les anteriors interpretacions que li atorgaven un valor de 0,302 m (Dekoulakou 1990, 447; Slapsak 1993). Aquesta unitat ha estat considerada com a peu comú o peu de Salamina (Wilson-Jones 2000, 104).

---

62 Diodor de Sicília, *Biblioteca Històrica*, I, 98, op. cit., pàg. 335.



## Metrologia grega

Unitats	Valor	Cronologia inicial aprox.	Font iconogràfica	Font literària
Peu fidoni	0,333 m	Segle VII aC	Regle Ma'agan	Estrabó Heró Alexandria
Peu solonià	0,327 m	Segle VI aC	Regle Ma'agan	Aristòtil Plutarc
			Relleu Salamina	
			Taula Atenes	
Colze de Samos	0,52 m	Segle V aC	Relleu Oxford	Herodot
			Taula Assos	
Peu arcaic	0,277 m	Segle V aC	Ma'agan	
Peu jònic o atico-jònic	0,294 m	Segle V aC	Relleu Oxford	
Peu de Salamis	0,306 m	Segle V aC	Relleu Salamina	

Figura 38. Taula amb les principals unitats de mesura documentades en època clàssica

### 3.5 Metrologia grega a la Mediterrània central: les colònies gregues de Sicília

Les primeres referències escrites sobre sistemes de mesures grecs a Sicília les trobem a l'obra de l'historiador Diodor de Sicília. Segons aquest autor, l'Olympeion d'Agrigent tenia un perímetre de 1.000 peus, que ha estat fixat segons Dinsmoor en un peu dòric de 0,326 m (Dinsmoor 1949, 161). El paràgraf més detallat sobre sistemes de mesura i planificació de la construcció present en l'obra de Diodor, remet a la construcció del Castell d'Euryalos de Siracusa o Epipolae, al qual hem fet esment

anteriorment, i on s'esmenta que per cada estadi se situa un constructor, i per cada *plethron* se situa un mestre d'obra i 200 obrers<sup>63</sup>. Al mateix autor, també trobem com l'altar de Zeus a Siracusa construït per Heró II al segle III aC té una mida total de 600 peus o un estadi.

Respecte de la distribució de la *chora* comptem amb una troballa excepcional, ja que a meitat del segle XVIII van ser recuperades dues taules hel·lenístiques de bronze<sup>64</sup> dintre del territori d'Heraclea proper a Metapont al sud d'Itàlia. La darrera interpretació d'aquestes taules ha proposat que representarien textos jurídics per delimitar i sistematitzar les possessions de la *polis* grega d'Herakleia-Siris, després d'un temps de guerra que va provocar l'ocupació del territori de la *chora* dels temples. Aquestes taules, datades entre finals del segle IV i principis del segle III aC, mostren una estructura del territori ben delimitada i articulada, amb una unitat bàsica rectangular de 100 per 120 peus, del que es desprèn una modulació última d'un peu aproximat de 0,27 m (Uggozini i Ghinatti 1968, 182). A Himera s'ha recuperat més recentment una llei inscrita en bronze datada a finals del segle VI aC- inicis segle V aC, que mostra la redistribució de la *chora* per la implantació de nous colons. En aquesta llei, on es marca l'ús del *schoinos* com a mòdul, les posteriors excavacions arqueològiques han constatat en base a aquest mòdul quina és la unitat modular, que es correspon a la mateixa unitat d'Heraclea (peu de 0,273 m). La implantació urbana d'aquest segon moment, al qual es fa referència a la llei, es basa en uns lots de 32 m de llargada, els quals, en ser dividits en un *schoinion* de 120 peus, permeten proposar la unitat abans esmentada (Brugnone 1997, 269).

El primer estudi metrològic sobre el plantejament ortogonal de l'urbanisme de les colònies gregues de Sicília és el de Vallet i Villard a la colònia grega de *Megara Hyblaea* a Sicília. Aquesta colònia és una de les primeres fundacions colonials gregues, en aquest cas de Megara, a Sicília. A la primera monografia del jaciment s'estudia la modulació dels lots corresponents a l'etapa arcaica (segle VIII aC), consistent en dues zones de lots amb diferents orientacions, que va portar a atribuir inicialment l'ús d'un peu de 0,297 m (Vallet, Villard i Auberson 1976, 409). En una monografia posterior sobre el temple grec del segle IV aC, s'atribueix a aquest una modulació de 0,327 m (Vallet i Villard 1966, 42-44). Les excavacions posteriors han permès definir més clarament l'organització urbanística de la ciutat en època arcaica. En un treball de síntesi recent (Tréziny 2004a), l'anàlisi metrològica és tractada de

---

63 Diodor de Sicília, *Biblioteca Històrica*, XIV, 18, 8, op. cit., pàg. 29.

64 Aquestes taules es troben actualment al Museu Arqueològic de Nàpols.

## Metrologia grega

manera superficial, ja que l'estudi dels lots i el repartiment es troba en una publicació anterior (Tréziny 1999). En aquest treball, atès els diferents plantejaments metrollògics, s'intenta establir el mòdul que s'hauria fet servir a la implantació arcaica (fig. 39), degut a que la definició d'una unitat modular a partir de l'urbanisme és difícil, i la disposició no ortogonal (Tréziny 1999, 143).

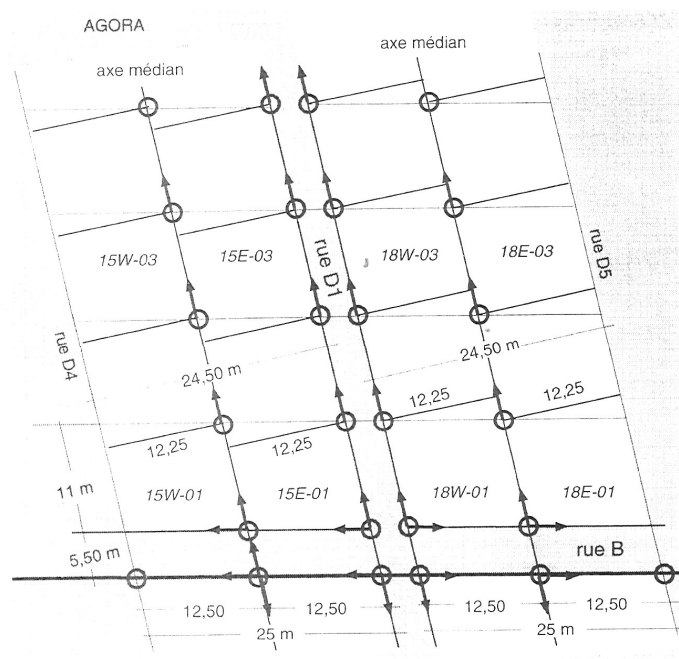


Figura 39. Esquema de construcció de les illes de cases de Mégara Hyblaea (extret de Tréziny 1999, fig. 20)

A *Megara Hyblaea*, l'estudi detallat de les conegudes torres hel·lenístiques quatipartites mostra un pla regulador per aquestes d'un mòdul de 0,32-33 m, que equival al peu dòric, tot i que la plasmació definitiva serà diferent per a cada torre (Karlsson 1992, 39-49) (fig. 40). Aquesta mateixa modulació es la proposada per Tréziny per a la definició de l'urbanisme arcaic, i que es la mateixa unitat identificada a Selinunte, fundada per colons de Megara Hyblaea (Tréziny 1999, 181).

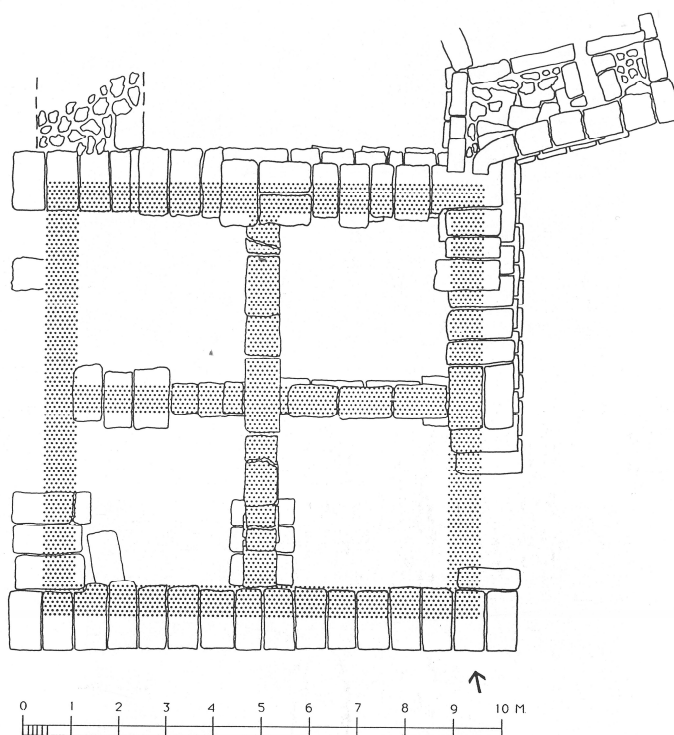
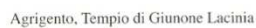
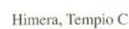


Figura 40. Torre amb divisió interna V de Mégara Hyblaea (extret de Karlsson 1992, fig. 23)

Al món grec de Sicília trobem una implantació pràcticament generalitzada del peu dòrico-solonià d'aproximadament 0,326 m. Com apunta D. Mertens, l'homogeneïtat de les articulacions del sistema de mesures en les colònies dòriques de *Megara Hyblaea*, Siracusa, Selinunt, Agrigent o Casmene indicaria com l'origen comú de totes aquestes colònies i subcolònies influeix en l'adaptació d'un mateix sistema de mesures (Mertens 2006, 87). Aquesta homogeneïtat també va estar apuntada per Dinsmoor en la seva comparació de 18 temples sicilians, on s'ha identificat l'ús generalitzat del peu dòric (Dinsmoor 1961, 360).

Per l'estudi de la metrologia grega a Sicília, i gràcies al seu bon estat de conservació, s'ha pogut proposar els plantejaments de proporcions per als temples grecs. A Himera, al temple C datat al segle VI aC, es veu el plantejament més senzill basat en una proporció 1:2 dels costats del rectangle, és a dir, amb la juxtaposició de dos quadrats basats en un mòdul de 0,325 m (Tomasello 2005, 204) (fig. 41).

També al context indígena sicilià, però fortament hel·lenitzat, com correspon a la ciutat elim de Segesta, el temple dòric mostra una modulació de 3,26 m, que es correspon a uns intervals de 10 peus dòrics (Mertens 1984, 44) (fig. 42).



90

Assentament	Localització	Cronologia	Mòdul	Unitat
Megara Hyblaea	Urbanisme	Segle VIII aC		0,327 m
	Temple	Segle IV aC		0,327 m
	Torres defensives	Segle IV aC		0,327 m
Himera	Urbanisme	Segle VI-V aC	Schoinion 120 peus	0,273 m
	Temple	Segle VI aC		0,327 m
Selinunte	Urbanisme	Segles VII-V aC		0,327 m
	Temple			
Siracusa	Altar Hieró II	Segle III aC	Estadi	0,327 m
	Temple Apolo	Segle VI aC		0,327 m
Agrigento	Olympeion		1000 peus	0,327 m
	Temple de la Concòrdia	Segle V aC		0,327 m
Casmene	Temple			0,327 m
Segesta	Temple	Segle V aC	Pertica 10 peus	0,327 m

Figura 42. Taula amb els principals patrons identificats a Sicília

### 3.6 Metrologia grega a les colònies focees

#### 3.6.1 Focea (Foça, Túrquia)

Malgrat l'augment de la recerca a l'assentament grec de Focea, l'actual Foça a la costa d'Anatòlia, les dades de les quals disposem per proposar una restitució metrològica són escadusseres.

Les recents excavacions portades a terme per Ömer Özyigit han permès identificar l'hàbitat més arcaic a Focea, ubicat al continent i la fundació del qual es remunta al bronze antic (segle XIV aC) (Özyigit 2006, 10). Inicialment, l'assentament es caracteritza per construccions d'hàbitat de tipus micènic i sense fortificació. El primer sistema defensiu identificat correspon a inicis del segle VI aC, amb l'ampliació de la ciutat cap al mar (Özyigit 2006, 13) (fig. 43). Segons Heròdot, aquesta muralla hauria estat finançada amb la plata enviada per Argantoni rei de Tartessos<sup>65</sup>. Aquest sistema defensiu és considerat el més imponent de la Jònia i té una llargada de 7 a 8 kilòms. Hauria estat aixecada per fer front a l'ofensiva persa, però les excavacions recents han comprovat com aquesta defensa no hauria pogut fer res davant la maquinària d'assalt persa. La ciutat seria incendiada al 546 aC, ja que han estat trobats els nivells de destrucció de la porta d'aquest moment, on s'han identificat puntes de fletxes i projectils de catapulta (Özyigit 2006, 14). L'atac persa, i la derrota de la ciutat haurien provocat una segona onada migratòria focea<sup>66</sup>, que ha estat comprovada amb l'arribada de nous contingents grecs, especialment a Marsella durant el segle VI aC (Gras 1995, 365; Tréziny 2002, 57), així com amb la creació de noves colònies com Velia.

---

<sup>65</sup> Heròdot, *Històries*, I, 163, op. cit., pàgs. 203-205.

<sup>66</sup> Heròdot, *Històries*, I, 165, op. cit., pàg. 207.

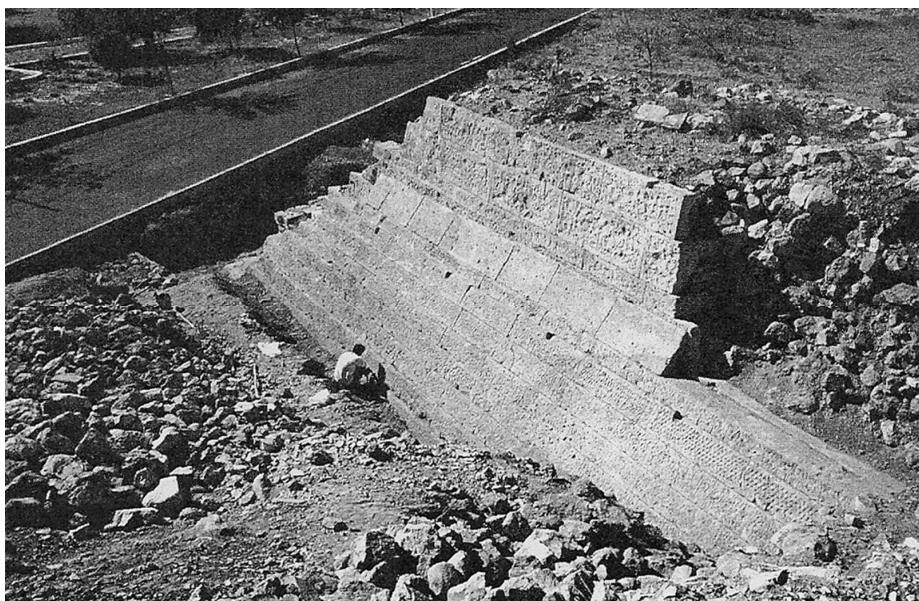


Figura 43. Vista de la muralla arcaica de Focea (segons Özygit 2006).

La fortificació focea, que fins el moment només era coneguda per la descripció d'Herodot, va poder ser identificada arqueològicament al 1992. Tal i com menciona l'historiador i geògraf grec, la muralla era construïda amb grans blocs. A la part inferior de la muralla, aquests blocs tenen una amplada regular de 0,59-60 m (Özyigit 1994, 79), el que es pot correspondre amb 2 peus àtics de 0,296 m. Aquest mateix patró es repeteix a l'amplada de la muralla a la zona d'Altin Magarisi, que mesura 3,55 m (Özyigit 1994, 80) i es correspon amb 12 peus o dues brases de 0,296 m.

### 3.6.2 Velia (Velia, Itàlia)

A la colònia focea de Velia, fundada entre el 540 i 535 aC a la costa de la Campània, les excavacions portades a terme per la missió arqueològica austríaca des de fa més de quaranta anys han permès conèixer el perímetre del sistema defensiu, l'urbanisme arcaic i les principals construccions de l'acròpoli. En els darrers anys, la Soprintendenza s'ha encarregat de posar en valor i museïtzar els resultats de les excavacions mitjançant la creació d'un parc arqueològic (Tocco 2006, 117).

El primer hàbitat foceu se situa al turó de l'acròpoli, on s'ubica també el primer santuari, probablement dedicat a Hera o Atenea, i del qual només s'ha conservat la seva terrassa (Krinzinger 2006, 166). La primera fortificació ha estat datada pels seus excavadors en el primer quart del segle V aC, i es caracteritza per l'ús de pedra sorrenca i aparell poligonal. En aquest primer moment, el recinte murari no estaria defensat per cap torre (Krinzinger 2006, 174; Tréziny 1994, 121). El sistema defensiu arcaic envoltava l'acròpoli i la part baixa de la ciutat, l'amplada de la primera muralla és



## Metrologia grega

de 1,80 m. El sistema constructiu no és homogeni, i s'ha proposat la seva realització en dues fases successives, mentre que la part oriental es caracteritza per l'aparell poligonal, a la vessant occidental la muralla es compon d'un doble parament reforçat per unes pilastres centrals quadrangulars, de 0,90 m de costat, separades a uns intervals regulars de 3,45-3,60 m (Sokolicek 2006, 197).

El sistema defensiu es reorganitzarà al segle IV aC fruit de les noves exigències poliorcètiques, amb el reforç de la muralla amb torres quadrangulars i la construcció d'un potent *diateichisma* que divideix la ciutat en dos sectors (Krinzinger 2006, 174; Sokolicek 2006, 197). A aquest període correspon la construcció més imponent del sistema defensiu, l'anomenat Castelluccio (Gassner, Sokolicek, Trapichler 2002; Sokolicek 2006, 199). Aquesta torrassa amida 27 per 10,80 m, i se situa en el front més oriental de la fortificació, amb un control estratègic vers l'interior del territori; fruit del seu paper de control en el segle III aC, serà reforçat amb l'edificació d'un *proteichisma* per tal de defensar-lo de l'apropament de maquinària d'assalt.

En el seu treball pioner sobre la metrologia massaliota, Henry Tréziny avança unes primeres hipòtesis sobre els sistemes de mesures de Velia. El seu estudi es va centrar en l'anàlisi dels maons de la primera fortificació i de l'amplada dels blocs del primer santuari. La regularitat de les mides el va portar a proposar l'ús d'un peu àtic de 0,296 m a l'assentament durant el segle V aC (Tréziny 1989, 3-5). Aquesta mesura equivaldria igualment a l'amplada de la primera muralla (1,80 m) que correspondria aproximadament a 6 peus àtics, projectats en base a una braça grega. Igualment, la separació regular dels pilars de 3,45-3,60 m podria correspondre a 12 peus àtics, seguint una proporció 1:2 respecte a l'amplada de la muralla, i basat en dues brases àtiques. De la mateixa manera, les mesures d'aquestes pilastres (0,90 m) corresponen igualment a 3 peus àtics o mitja braça.

La nostra anàlisi metrològica se centra en els sistemes defensius del segle IV aC, especialment a la torrassa del Castelluccio. A partir de les mides proposades i esmentades anteriorment, podem establir com la construcció de l'edifici es basa en un rectangle de 100 peus o *plethron* de 0,27 m de llarg (27 m), per 40 peus de 0,27 m d'amplada (10,80). La perfecció en l'execució mostra una adaptació correcta de la unitat de mesura, amb una projecció idònia, sense cap marge d'error. Mitjançant aquest rectangle identifiquem una proporció 100:40, que pot ser descomposta en dos rectangles basats en un sistema de proporcions 50:40, que és la representació geomètrica d'un triangle 3-4-5 (fig. 44). D'aquesta manera, la construcció de la gran

torrassa estaria basada en dos rectangle senzills adossats, els quals han estat projectats mitjançant triangles pitagòrics.

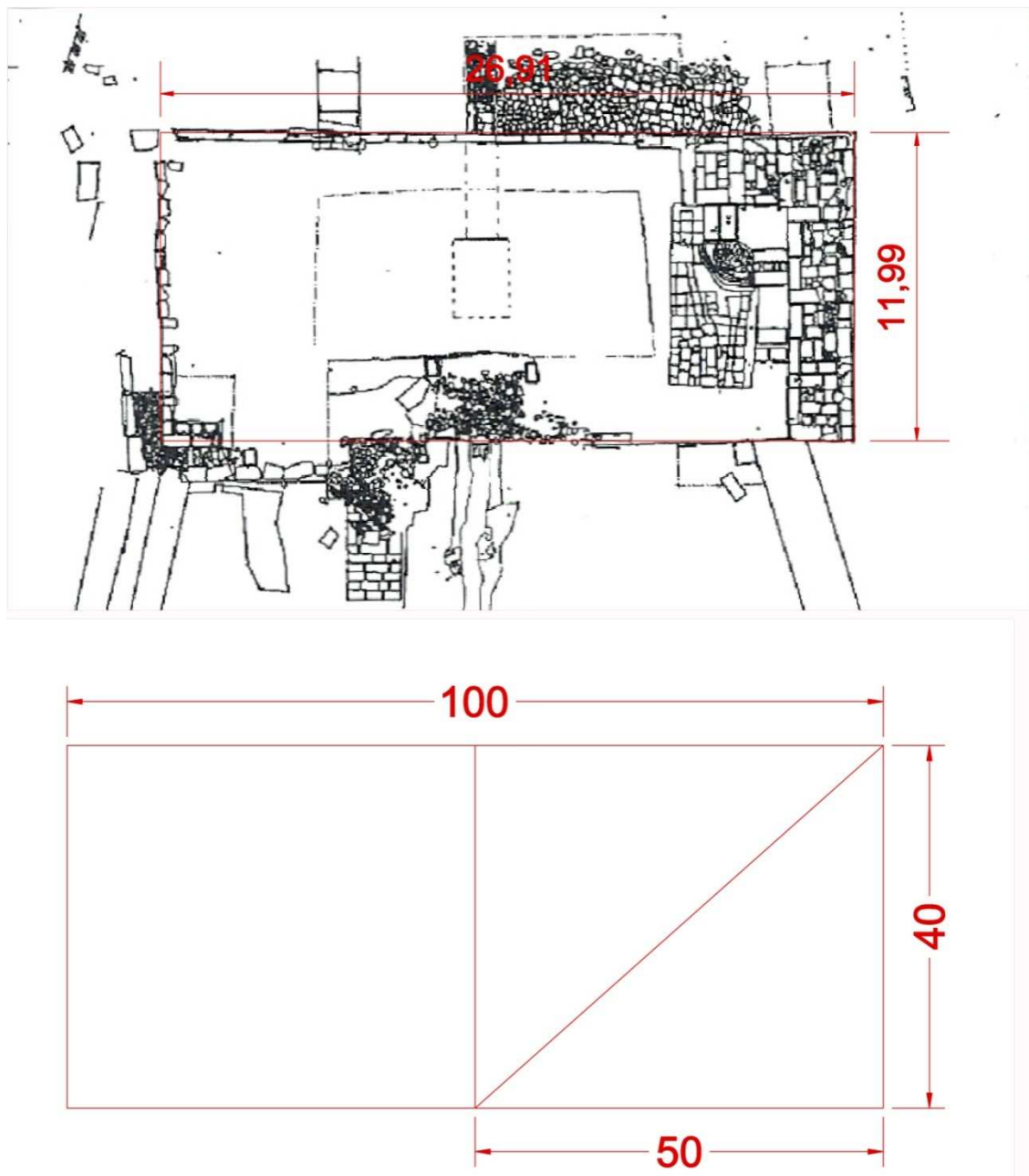


Figura 44. Planta del Castelluccio de Velia amb les seves mesures (dalt) i proposta de restitució metrològica i geomètrica (modificat a partir de Krinzinger 2006).

### 3.6.3 Massàlia i les colònies massaliotes del sud de França

La colònia de Massàlia, actual Marsella, és la primera de les colònies focées occidentals, establerta al voltant del 600 aC. La ciutat va ser fundada *ex novo*, però els materials recuperats indiquen l'existència d'una freqüentació de la zona durant l'edat del bronze (Weydert 1994). Abans de la fundació de la ciutat haurien existit intercanvis amb la població indígena, que haurien facilitat l'establiment de la colònia grega en aquest indret, en una situació similar a la de la colònia emporitana.

A diferència de les altres colònies focées occidentals, l'evolució urbana de Massàlia ha continuat fins a l'actualitat, amb la qual cosa es dificulta la possibilitat d'obtenir una visió àmplia de l'urbanisme i l'arquitectura grega. El coneixement que tenim de la colònia focèa és fruit de les nombroses intervencions urbanes preventives, que ens mostren una ciutat arcaica concentrada a l'extrem de la península, entre la zona del Fort Saint-Jean i la Vieille-Charité (Tréziny 2002, 55). El major dinamisme constructiu correspon a finals del segle VI aC, quan la ciutat s'amplia vers l'est i es tanca el perímetre de la ciutat fins a la zona de la Bourse, que marcarà els límits urbans fins a l'antiguitat tardana (Tréziny 2002, 57).

El sistema defensiu massaliota millor conegut és el de la Bourse, que ha estat objecte d'excavacions sistemàtiques durant el darrer terç del segle XX (Tréziny 1996). En aquest punt s'han identificat les restes de la muralla del segle VI aC (Tréziny 2001, 46; Tréziny 1996, 230; Tréziny, Troussset 1992, 93). A aquesta fase correspon una fonamentació en pedra calcària blanca i un aixecament amb tova. A la segona meitat del segle IV aC, aquest sistema defensiu serà remodelat, amb el canvi de l'alçat amb terra de la fase anterior, per un alçat amb pedra de tuf (Tréziny 2001, 51). En aquest moment, la porta d'Itàlia serà defensada mitjançant la construcció de dues torres quadrangulars, una poterna i un fossat davanter (Tréziny 1996, 235). En un moment final, es construeix el potent sistema defensiu hel·lenístic (segle II aC) format per tres torres quadrangulars defensant la porta i un nou fossat (Tréziny 1996, 239; Tréziny, Troussset 1992, 98), el que comporta l'amortització de l'anterior sistema defensiu.

Sobre la metrologia massaliota tenim la sort de disposar del treball d'Henry Tréziny (1989) que ha estat la base de la nostra recerca. Aquest treball ha estat completat amb l'estudi de les pedreres i de la metrologia del sistema defensiu hel·lenístic de la Bourse per G. Hallier (1986), i en darrera instància per l'estudi de la distribució urbanística de la ciutat, amb la proposta d'una graella ortogonal que caracteritza a l'urbanisme arcaic i hel·lenístic (Tréziny 2001b).

Els elements arcaics que permeten atribuir una adaptació metrològica són escassos. Tréziny ha proposat l'ús d'un peu de 0,296 m com a patró regulador del tresor de Delfos de Marsella, i d'un capitell jònic (Tréziny 1989, 8-9). En el moment d'elaboració d'aquest treball per part de l'arqueòleg francès, eren molt pocs els elements que permetien proposar un sistema metrològic massaliota al segle V aC. L'augment de la recerca en la dècada posterior ha permès identificar les restes constructives atribuïbles a la fortificació massaliota d'aquest moment, amb una amplada de muralla de 3,20 m, i estaria compost de sis fileres regulars d'una amplada entre 0,2 i 0,3 m (Tréziny i Troussset 1992, 93). A aquest moment pertany també la identificació d'un mur de pedra calcària blanca de 0,90 m d'amplada (Tréziny 1996, 230). Aquest conjunt de dades semblen confirmar l'adaptació al sistema defensiu del peu de 0,296 m que hauria estat proposat per Tréziny per als elements arquitectònics arcaics. D'aquesta manera, l'amplada de la muralla pot correspondre a 11 peus (3,25 m), és a dir, pràcticament dues braces; mentre que el mur de calcària blanca es correspon exactament amb tres peus o bé mitja braça.

La definició d'un sistema metrològic característic del segle IV aC a la colònia massaliota és més complicat. A aquest moment pertany la terrassa funerària de tríglifs baixos, on ha estat proposada una reducció de la unitat de mesura que se situa en 0,28 m, i es basa en un sistema de proporcions 20/14, és a dir, una aproximació de  $\sqrt{2}$  (Tréziny 1989, 12). Recentment, han pogut recuperar-se toves conservades íntegrament i que remetien a aquesta modulació, que continua en ús al segle IV aC quan se construeix una nova illa de cases (Tréziny 2004b, 70). Per tal de definir l'existència d'una metrologia massaliota al segle IV aC, haurem de prestar atenció a les colònies fundades per Massalia. A la ciutat d'Agde, establerta a inicis del segle IV aC, l'anàlisi de l'urbanisme antic i del parcel·lari ha identificat l'ús com a patró regulador d'un estadi de 600 peus de 0,275 m (Nickels 1981, 37; Bats 2001, 497). Tot i que en aquest mateix assentament també ha estat plantejat un peu de 0,296 m emprat a la cadastració del paisatge a partir d'estadis de 600 peus (Clavel-Lévêque 1999, 191). Al petit establiment fortificat d'Olbia de Provença, fundat cap al 325 aC, l'anàlisi de les mesures de les parcel·les urbanes ha permès identificar novament l'ús de l'estadi de 600 peus de 0,275 m, descompost mitjançant una aproximació de  $\sqrt{2}$  (Tréziny 1989, 20) (fig. 45).

## Metrologia grega

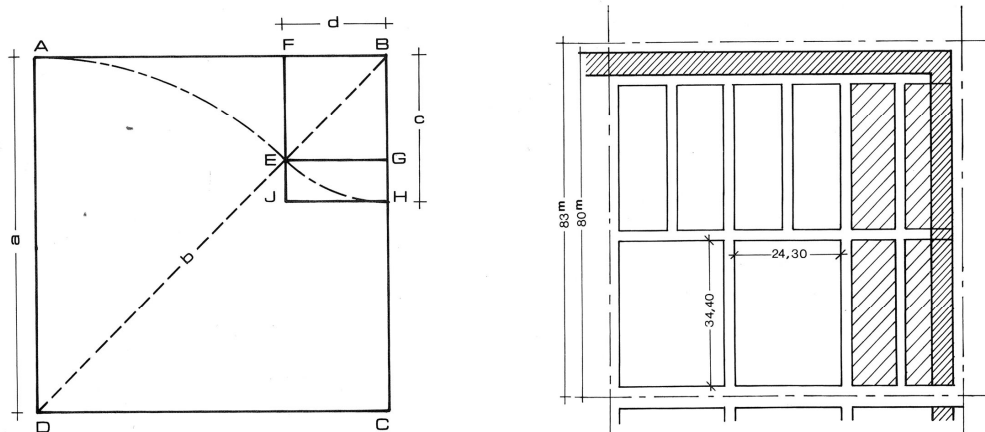


Figura 45. Olbia, esquema constructiu basat en una proporció d'arrel quadrada de 2 i esquema d'implantació dels lots (extret de Tréziny 1989, 21).

Per a la metrologia massaliota del segle II aC disposem dels 'excel·lents treballs de G. Hallier i H. Tréziny sobre la fortificació de la Bourse. En aquesta construcció ha estat identificat l'ús d'un colze de 0,52 m com a patró regulador (Tréziny 1989, 14); aquesta unitat es retroba igualment a les pedreres de la Couronne, on s'ha pogut observar el seu ús en els blocs destinats a la fortificació (Hallier 1986, 261). L'estudi més aprofundit del sistema defensiu ha permès identificar un mòdul constructiu basat en una braça de 2,10 m, equivalent a 4 colzes o 6 peus de 0,35 m (figura model Bourse). Igualment, la construcció s'hauria basat en una projecció completa de triangles rectangles 3-4-5, expressat en forma 9-12-15, 12-16-20 i 15-20-25, i a partir dels quals s'observa un plantejament simètric de les dues torres de l'entrada i de la torre sud (Tréziny i Troussset 1992, 99) (fig. 46).

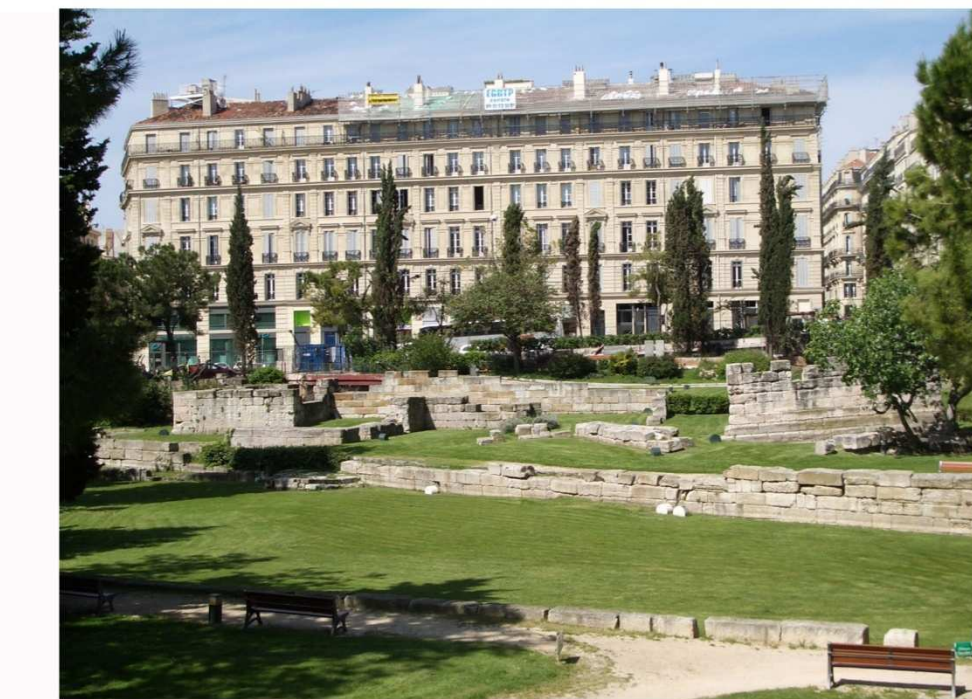
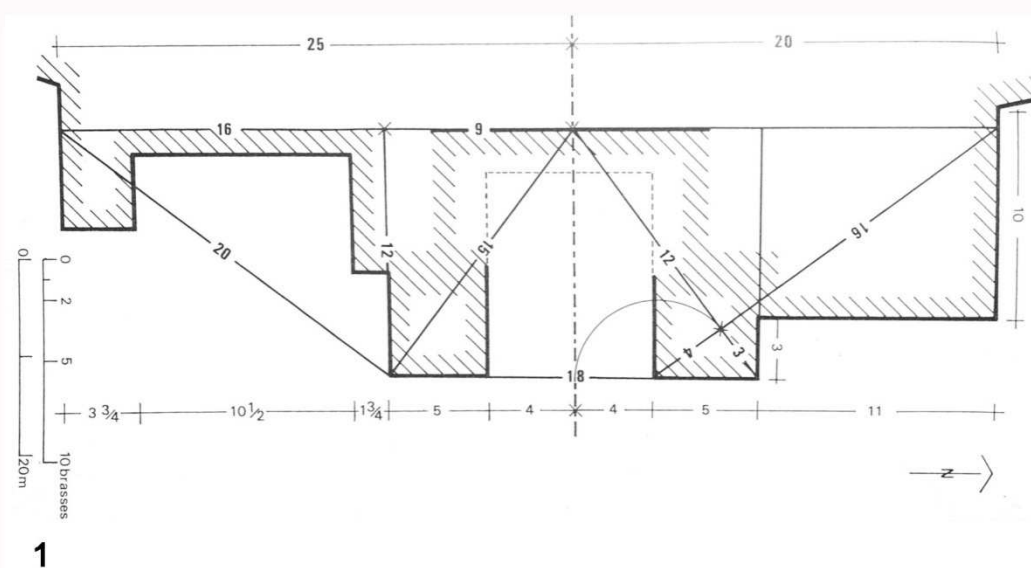


Figura 46. 1. Massalia. Proposat de restitució geomètrica del sistema defensiu de la Bourse (segons Tréziny/Trousset 1992). 2. Vista frontal de la mateixa fortificació.

### 3.6.4 Emporion i Rhode

Poca cosa cal afegir al desenvolupament de la ciutat grega d'Emporion (l'Escala, Alt Empordà) i la seva fundació, ja que han estat molt abundants i continuades la publicacions, tant recents com antigues, que han tractat sobre la fundació de la colònia focea d'Emporion, com a centre comercial grec a la Mediterrània occidental cap al 575 aC. La recerca d'arqueologia urbana desenvolupada a la població actual de Sant Martí d'Empúries ha establert l'existència d'una ocupació indígena anterior a la fundació de la palaiàpolis, i que es caracteritza per un important volum de comerç entre finals del segle VII-inicis segle VI aC, amb importacions fenícies meridionals, i importacions etrusques (Aquilué *et al.* 2000a, 288). Aquest flux comercial serà modificat amb la implantació de la colònia grega que modifica els corrents comercials de la zona cap a una òrbita hel·lènica (Aquilué *et al.* 2000a, 293).

Les excavacions continuades al jaciment des de 1908 fins a l'actualitat han permès conèixer notablement l'urbanisme i l'arquitectura de l'única colònia grega verificada arqueològicament a la península Ibèrica, juntament amb la subcolònia de Rhode.

La nostra anàlisi se centra en els sistemes defensius emporitans, especialment en la muralla i torres defensives del segle IV aC de la neàpolis. La primera implantació grega no disposaria de cap sistema defensiu, atès el fet de la seva ubicació en una illa i les defenses naturals que això permet. Les primeres restes defensives de la colònia emporitana s'han de situar en el segle V aC, en el moment d'ampliació de la ciutat amb la implantació en terra ferma de la neàpolis, amb la qual cosa es feia necessària una primera delimitació i fortificació del nucli urbà. Aquesta primera muralla només ha estat detectada, fins el moment, a la part més occidental de la neàpolis, on s'han identificat els fonaments d'una torre quadrangular que hauria format part d'aquest primer sistema defensiu. La torre se situa a la part posterior del temple d'Esculapi, en una elevació natural que hauria format la primera acrópolis grega. Aquesta construcció va ser identificada al 1985, amb motiu del Curs Internacional d'Arqueologia (Sanmartí i Nolla 1986, 159) i només resten conservats els seus fonaments, que van ser aprofitats al segle II aC per la construcció d'una torre de la muralla hel·lenística de la ciutat. La torre amida 6,53 m al seu frontal, mentre que han estat conservats només 6,17 m al seu costat llarg, sense que s'hagi trobat la connexió amb la muralla de tancament, fruit de l'espoli de les pedres. El fet de no disposar de la planta sencera de la torre, i només de l'angle meridional, no permet restituir-ne la planta completa i, per tant, no és possible proposar cap restitució mètrica per aquesta.

La parcialitat de les restes del segle V aC ha fet que centrem el nostre estudi en els sistemes defensius posteriors. La muralla del segle IV aC va ser identificada en un sondeig efectuat al 1985, que va permetre datar la construcció a la primera meitat del segle IV aC (Sanmartí *et al.* 1988, 195) (fig. 47). Aquest sistema defensiu estaria compost inicialment per un llenç de muralla reforçat per tres torres defensives rectangulars, i un fossat davanter (fig. 48). Posteriorment, durant el segle III aC, aquest sistema es veuria reforçat amb un mur avançat que, sumat al fossat, servia per evitar l'apropament a la muralla de les màquines d'assalt. La torre més occidental és la millor conservada, i funcionaria conjuntament amb un mur situat a l'esquerra amb el qual formarien una entrada en colze a l'assentament. Aquesta torre és coneguda des dels treballs antics d'Emili Gandia, però no va ser fins el sondeig esmentat anteriorment quan es va atribuir una datació a tot el conjunt. Uns m més a l'est, cap al mar, ha estat possible identificar una segona torre, les restes de la qual, però, han estat completament espoliades, i només s'ha pogut identificar la seva amplada per la presència de dos sortints en el llenç de muralla. Uns anys després, fruit de l'excavació efectuada en la part més oriental del jaciment amb motiu de les olimpíades de Barcelona 1992, es va poder delimitar l'extrem més oriental del sistema defensiu del segle IV aC (Sanmartí *et al.* 1996). Aquesta intervenció va permetre identificar un bastió rectangular, amb les mateixes característiques constructives que les altres torres, però en aquest cas no adossat al llenç de muralla, sinó disposat perpendicularment a la cinta murària, i tancant probablement el recinte defensiu per la seva part marítima. La descoberta en excavacions subaquàtiques, però, d'una altra possible torre seguint una alineació semblant a la del sistema defensiu (Nieto *et al.* 2005) ha proposat la continuïtat fins al mar d'aquest sistema defensiu. En tot cas, l'angle i canvi de direcció que indica el bastió oriental, sembla indicar com la muralla tancaria en aquest punt, i no s'estendria cap a l'est.



## Metrologia grega



Figura 47. Detall del llenç de muralla corresponent a la fortificació del segle IV aC de la neapolis emporitana, al fons se situa el bastió de mar avui en dia no visible



Figura 48. Detall del frontal de la torre rectangular de la fortificació del segle IV aC.

La primera interpretació metrològica d'aquest conjunt va ser realitzada per P. Moret, qui va estudiar mètricament la torre de ponent, i el llenç de muralla entre

aquesta i la torre central. En aquesta primera interpretació s'ha proposat una proporció 3-4 dels costats de la torre, amb un mòdul de 8 peus de forma que el costat curt tindria 24 peus, i el costat llarg tindria 32 peus (Moret 1998, 84). Amb aquesta restitució es proposa l'ús d'un peu àtic de 0,296 m; igualment, el llenç de la muralla entre les dues torres faria 90 peus, que s'expressen en forma de braces de 6 peus. Aquesta mateixa mesura ha estat identificada per l'autor en l'urbanisme de la palaiàpolis grega, on es proposa una repetició d'un mòdul de 10 peus àtics en la separació de cada estança (Moret 2002a, 388). En aquest mateix moment es situa la proposta de cadastració del territori d'*Emporion* al segle V-IV aC proposada per R. Plana (Plana 1994), i d'on es desprendria l'ús d'un peu de 0,35 m. Recentment D. Marzoli, dintre del seu estudi del territori de l'Empordà des de l'edat del bronze fins a la romanització, posa en dubte l'existència d'una cadastració grega amb aquesta cronologia, ja que no troba elements arqueològics que permetin atribuir-la a un moment grec (Marzoli 2005, 218). En un treball posterior, P. Moret amplia l'estudi de la metrologia del sistema defensiu amb la inclusió, a més, del recinte hel·lenístic del segle II aC, per al qual proposa una unitat modular d'un colze de 0,52 m, seguint un esquema semblant al de les fortificacions hel·lenístiques de Massàlia, on s'empra aquesta mesura i s'estableix la possibilitat d'una mateixa escola arquitectònica (Moret 2002b, 195-196). La nostra proposta de restitució metrològica modifica considerablement l'anterior hipòtesi. La torre de ponent amida aproximadament 9 per 5 m, seguint la descripció d'Enric Sanmartí i l'equip d'excavació d'Empúries. La nostra comprovació va permetre precisar les mides en 9,16 per 5,69 m. Aquestes mesures contrasten amb les proposades per P. Moret, qui amplia l'amplada de la torre incloent també el llenç de la muralla. En base a la medicció proposada, defensem una nova restitució arquitectònica de la torre oriental.

En una primera aproximació a la planta de la torre hem pogut comprovar com la divisió de les mesures mostra un plantejament constructiu basat en la secció àuria o proporció entre mitja i extrema raó. Així, la divisió entre els dos costats de la torre dóna un resultat de 1,61 per 1,618 que correspondria a la secció àuria. Sobre l'origen i difusió d'aquest sistema de proporcions ens estendrem més endavant, només avancem la propietat inherent a aquesta proporció que, seguint la sèrie Fibonacci, pot ser descomposta seguint una progressió additiva, per la qual cada element de la sèrie es continuat per la suma amb l'element anterior. Seguint aquesta descomposició proposem una restitució seguint una seriació 1, 3, 5, 8, 13, 21, 34..., mitjançant la qual podem definir com unitat modular base un peu de 0,27-275 m. Partim de la restitució d'un quadrat de 21 peus de costat, que mitjançant l'ús de corda i compàs és dividit en dos parts iguals, i projectat fins a conformar un rectangle de 34 peus (fig. 50).

## Metrologia grega

La restitució mètrica de la torre central és més difícil, atès el desmantellament d'aquesta. Seguint les planimetries publicades de la torre hem pogut comprovar com l'amplada, que és l'única mesura que podem recuperar, s'equipara a la de la torre occidental. D'aquesta manera, i si es projecta una llargada equivalent a la de la torre de ponent, podem defensar una restitució mètrica de la torre central semblant a aquesta.

Aquesta mateixa unitat és identificada en el llenç de muralla entre les torres. La distància entre ambdues torres i entre la torre central i el bastió és de 27 m; per tant, es pot proposar una modulació de 100 peus de 0,27 m enlloc d'un modulació de 90 peus.



Figura 49. Vista frontal de l'altar X del segle IV aC, al fons imatge de la reproducció de l'Esculapi.

La construcció de la muralla del segle IV aC permet disposar d'un espai per a l'edificació de les estructures de culte. En aquest recinte s'identifiquen una sèrie d'estructures que es presten a ser analitzades i comparades mètricament. A aquesta fase correspon amb tota probabilitat la construcció de l'altar X i del temple conegut com R, del qual únicament es conserva la cella i part de la pronaos (Sanmartí *et al.* 1990, 136-137). En primer lloc, l'altar X, situat al davant del temple de l'Escolapi, té unes mesures de 7,20 m de frontal per 5,10 m de costat (fig. 49).

Aquestes mesures se corresponen amb una aproximació d'arrel quadrada de 2 (1,41), que podria haver estat el pla regulador de la construcció. La restitució

metrològica més probable indica la utilització d'un peu entre 0,28 i 0,3 m, expressat en forma de 18 peus al costat curt, i 24 peus de front, és a dir tres i quatre brases gregues. En segon lloc, del temple R, la parcialitat de les estructures conservades solament permet recuperar les mesures de l'amplada dels murs (entre 0,76 i 0,83 m). Aquestes mesures poden ser expressades com a 3 peus o mitja braça de 0,275 m (0,82 m). Per últim hem de mencionar també l'edificació de l'altar geminat. Aquesta construcció s'ha situat tradicionalment a l'època hel·lenística, tot i que la configuració inicial respondria probablement a un moment anterior indeterminat<sup>67</sup>. A la seva construcció apreciem una primera fase que es correspon amb un basament i alçat de grans blocs de pedra calcària, a la qual en un moment posterior si li afegeixen tres esglaons i es revesteix per una fina capa d'*opus signinum*. L'altar mesura 5,02 m de frontal, i aproximadament 2,72 m de lateral (aquesta mesura correspon amb el costat meridional ja que la part nord ha estat impossible de diferenciar l'escala de la base de l'altar). Aquestes mesures creiem que encaixen amb una unitat de 0,27-275 m que correspondria a 10 peus, mentre que el frontal es pot correspondre amb 18 peus o bé tres brases. A partir d'aquesta restitució metrològica podem situar la construcció, a falta de més dades estratigràfiques, entre els segles IV i III aC quan la utilització d'aquesta unitat de mesura és extensiva en el context de la metrologia focea.

El bastió oriental està bastant malmès, i en l'actualitat està tapat per la construcció del passeig marítim, i les dunes i pins protegits. De l'estructura s'arriben a conservar fins a tres filades (Sanmartí *et al.* 1996, 247), i aquestes es van perdent cap a llevant. Segons indiquen els seus excavadors, la torre amida aproximadament 10 m al costat llarg de ponent, i 6 m al costat meridional. Amb aquestes mides, podem apreciar com el sistema de proporcions és idèntic al proposat per a les altres torres defensives. En aquest cas, un rectangle de 10 m de llarg comportaria un costat curt de 6,18 m. Un cop establerta aquesta proporció, la seva descomposició ens obre una sèrie d'interrogants. Seguint la progressió de Fibonacci, i aplicant la mateixa descomposició que a la torre de ponent, identifiquem una unitat modular basada en un peu àtic de 0,294 m, de manera que el costat llarg es correspon amb 34 peus, mentre que el curt es correspon amb 21 peus. Com a contrastació hem provat a fer servir el mòdul de 0,275 m, però la

---

67 Agraïm a Marta Santos i a tot l'equip del Museu d'Arqueologia de Catalunya-Empúries tota la informació i les facilitats d'accés i de consulta. Sobre la cronologia d'aquesta construcció s'ha atribuït una datació en època clàssica cf. Marcel, R.; Sanmartí, E., Empúries, 1990, 84.



seva restitució seguint aquest patró no encaixa amb la seriació de Fibonacci, i no proporciona unitats senceres sinó fraccionàries.

Tenint en compte aquesta restitució s'obren dues hipòtesis de treball:

En primer lloc, la utilització de dues unitats de mesura diferents, en aquest cas el peu de 0,275 m i el peu àtic de 0,294 m, pot plantejar una dualitat en l'aplicació dels patrons de mesura, i que aquestes dues unitats poguessin conviure dintre del mateix assentament. En qualsevol cas, la dualitat en les unitats de mesura aplicades en aquests jaciments van units a una diferenciació cronològica (Ullastret). La coexistència de dues unitats modulars dintre d'un mateix sistema defensiu, no s'ha documentat fins el moment en cap altre assentament de la Mediterrània occidental.

La nostra segona proposta és la de l'existència d'una diferència a nivell cronològic entre la construcció del bastió oriental i la resta del sistema defensiu del segle IV aC. D'aquesta manera, proposem l'atribució d'aquest bastió dintre d'un moment anterior a la construcció del sistema defensiu meridional. La determinació del peu àtic com unitat modular és la mateixa que s'ha identificat a la *palaia polis*, amb la qual cosa es pot plantejar que aquest bastió formés part del primer sistema defensiu de la *neapolis* on s'hauria traslladat el mateix patró. Malauradament, la parcialitat de les restes de la fortificació del segle V aC no permet, per ara, verificar aquesta hipòtesi.

L'explicació d'aquest fenomen resta momentàniament conflictiva. L'avantatge del sistema de proporcions basat en la secció àuria és la fiabilitat en la seva descomposició, gràcies a la llei de Fibonacci, el que ens permet afinar notablement la unitat constructiva. En aquest sentit, l'absència de dades arqueològiques que permetin datar la construcció del bastió (Sanmartí et al. 1996, 247), a més de la seva diferent orientació respecte al sistema defensiu del segle IV aC, ens porta a plantejar la hipòtesi que aquest bastió pertanyi al tancament per l'est d'una primera fortificació. Aquest recinte primerenc tancaria a la zona de ponent amb la torre del segle V aC, seguint un esquema proposat per H. Tréziny, qui considera la presència d'uns murs paral·lels a la muralla del segle IV aC i datats en el segle V aC com les traces d'un sistema defensiu anterior al del segle IV aC (Tréziny 1994, 119). Un segle després, el bastió seria aprofitat pel següent sistema defensiu, el qual se li adossa, ampliant el perímetre de la ciutat i incloent les estructures domèstiques indígenes del segle V aC, que ara serien englobades dintre de la ciutat (Sanmartí et al. 1986, 184). També cal valorar la possibilitat que aquest bastió formés part d'un sistema de defensa costaner, semblant al proposat a Massàlia en època arcaica, on excavacions properes a la

Catedral han documentat, sota els nivells de la muralla medieval, restes de la fortificació més antiga de la ciutat (Tréziny 2001, 47).

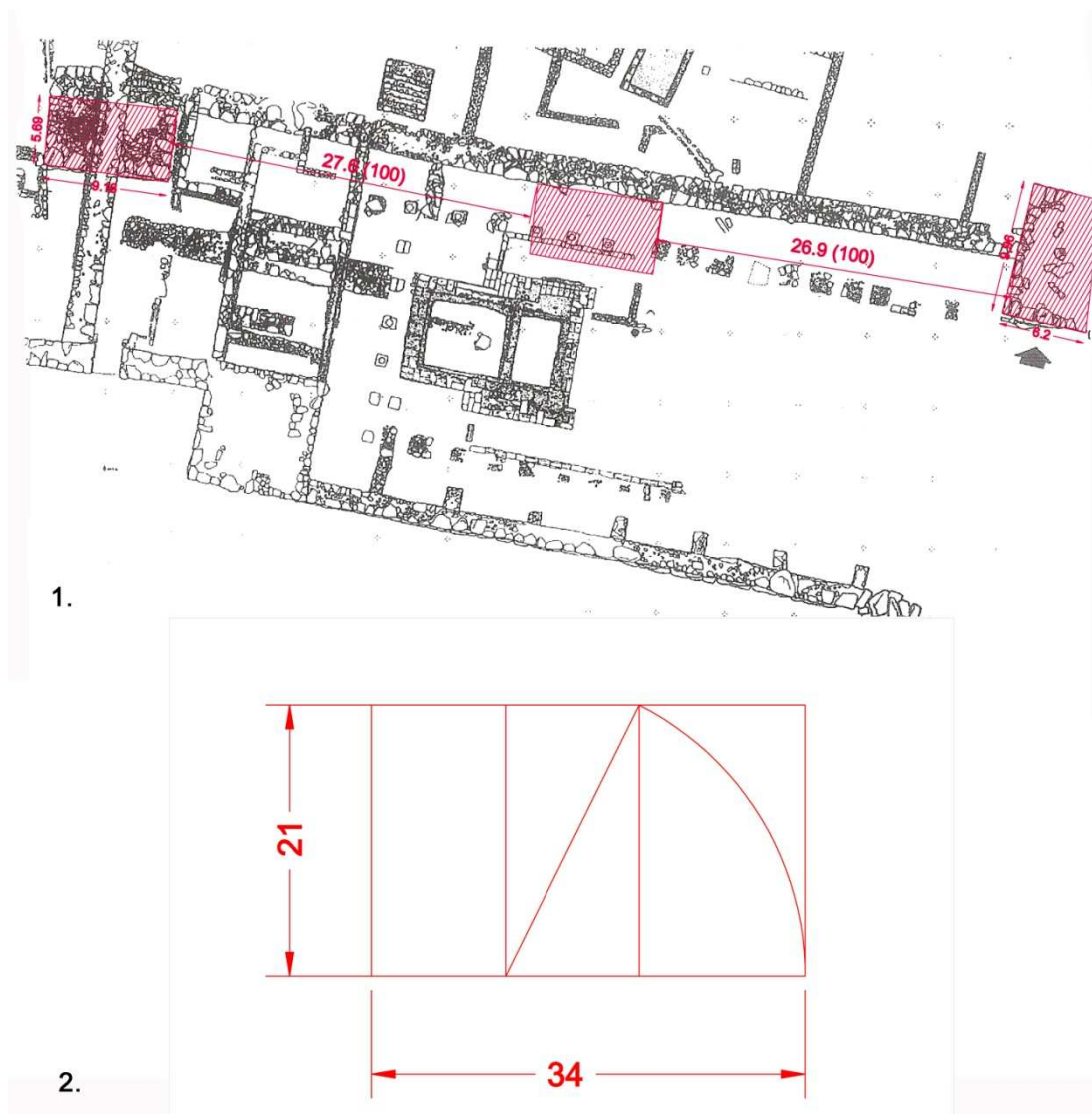


Figura 50. 1. Planta del sistema defensiu del segle IV aC amb la distància entre les torres expressada mitjançant plethra de 0,27 m (modificat a partir de Sanmartí *et al.* 1996). 2. Proposta de restitució geomètrica de la torre occidental i del bastió oriental (modificat a partir de Sanmartí *et al.* 1988; 1996)

A Roses, tot i la parcialitat de les estructures trobades s'ha proposat l'existència d'una modulació de 0,335 m, que funcionaria com a pla regulador de l'anomenat barri hel·lenístic (segle III aC), i que afectaria tant a la distribució i amplada dels lots, com a l'amplada del carrer (Vivó 1996, 110). Recentment, Anna Maria Puig ha tornat a interpretar l'organització modular i la parcel·lació del barri hel·lenístic, tot i que la interpretació anteriorment esmentada és encara acceptada (Martín, Puig 2007). Les dades arqueològiques a partir de les quals David Vivó identifica la unitat modular és l'amplada dels carrers (4 m), i l'amplada de les illes de les cases (20 m). Si donem com

## Metrologia grega

a vàlida la seva proposta s'ha de fer una matisació important: la divisió de l'amplada dels carrers en 12 peus, i la de l'amplada de les cases en 60 peus, indica una unitat exacta de 0,333, i no pas 0,335 m. Aquesta unitat de mesura de 0,333 m es correspon amb el peu filetari-fidoni, esmentat anteriorment i representat al regle de Ma'agan Mikhael. Com hem comentat, l'origen d'aquesta unitat es situa en el segle VII aC, i està en ús fins ben entrada l'època imperial, tot i que amb altres denominacions (peu filetari o pes drusianus). Si admetem aquesta modulació, s'obren novament una sèrie d'interrogants, ja que aquesta unitat de mesura no ha estat identificada, fins el moment, ni a la Mediterrània occidental ni als assentaments foceus, amb la qual cosa resulta estranya la seva implantació en la colònia de *Rhode*. La datació del conjunt, i la seva construcció seguint un model foceu característic del segle III aC, implicaria l'adopció d'un peu de 0,275 m, o bé un colze sami de 0,52 m. A falta de més dades de comparació, la implantació d'una unitat de mesura forana a la metrologia grega occidental, i que es correspon amb un sistema de mesures greco-oriental, podria fer pensar en que la construcció d'aquest barri hel·lenístic respongui a l'arribada de nous contingents de colons grecs orientals (de *Rhode*), que ja va ser apuntat com a possibilitat (Vivó 1996, 113, nota 83). Aquests nous colons haurien portat d'aquesta manera una unitat de mesura oriental, com respon al patró de colonització grega. En tot cas, la feblesa dels resultats i la impossibilitat de comparar-los amb altres elements de la *Rhode* hel·lenística, així com la ciutat grega oriental deixa, pel moment, aquesta interpretació com una hipòtesi de treball.

La comparació metrològica entre els tres assentaments colonials foceus més coneguts<sup>68</sup>: Emporion, Massalia i Velia, i la relació amb la seva metròpolis Focea ens ha permès observar uns trets comuns definidors de la metrologia focea.

L'anàlisi de les restes defensives de la fortificació de Focea del primer terç del segle VI aC mostra l'ús com a patró regulador del peu de 0,296 m. Aquesta unitat considerada tradicionalment com peu àtic, ha estat considerada com al peu propi jònic (De Zwarte 1994, 115). Aquest patró hauria estat, per tant, el característic de l'arquitectura focea, i el que la primera onada migratòria focea hauria transportat a Occident.

En aquest sentit, podem observar com les construccions característiques del segle V aC a Massalia, Velia i Emporion estan seguint aquest patró com a unitat modular.

---

68 Hem descartat de l'estudi l'anàlisi de la ciutat d'Alalia (Alèria), atesa la manca de dades arqueològiques que ens permetin un estudi en profunditat.

Aquest mòdul hauria estat adaptat de forma diferent als diferents sistemes defensius, i a les primeres definicions urbanístiques de les colònies focées occidentals.

Un segle més tard la unitat modular seria canviada, amb l'adaptació extensiva del peu de 0,275 com a patró regulador dels sistemes defensius i l'arquitectura d'aquest moment. L'origen d'aquesta unitat de mesura no s'ha de trobar en la Mediterrània occidental, sinó en la Grècia continental. La identificació, al regle del derelict de Ma'agan Mikhael, datat al 400 aC i del qual hem parlat anteriorment, d'una unitat gravada amb la mesura de 0,277 m, ha permès atribuir un origen oriental a aquesta modulació que, tal i com ha estudiat Stieglitz, seria una unitat arcaica que contrasta amb les altres dues unitats gravades, el peu solonià i el peu fidoni, que són les unitats implantades a les reformes metrològiques de Soló i Fidó (Stieglitz 2006). Segons Stieglitz, aquesta unitat hauria estat emprada pels arquitectes en la Grècia clàssica i la Magna Grècia; la posterior implantació dels sistemes de mesures reformat portarien a la substitució d'aquesta unitat, que hauria estat exitosament estesa a la Mediterrània occidental, on hauria estat en ús fins al 20 aC, quan la reforma metrològica d'August acabaria per imposar el *pes monetalis* romà<sup>69</sup>, com ho demostra la taula de mesures de Pompeia (Mau 1982, 92-93), originàriament adaptada als sistemes de mesures oscos, i que en època d'August seria ampliada per adaptar-se a les exigència imperials.

Així, mentre que a la Mediterrània oriental l'ús de la unitat de 0,275 m és residual front a altres unitats més establertes, a la Mediterrània occidental va tenir una forta implantació a partir del segle IV aC. Aquest peu de 0,27-5 m és conegut a la bibliografia com el *pes oscus* o peu itàlic, ja que seria el peu utilitzat a Roma i a la península Itàlica, abans de la introducció del peu romà o *pes monetalis*. A Roma, Lugli ha proposat el seu ús a la muralla serviana, ja que l'amplada dels blocs de la primera fortificació es correspon amb 2 per 3 peus (Lugli 1957, 193). Aquesta unitat seria emprada especialment als assentaments indígenes de la zona campana, com Pompeia, d'on hauria arribat procedent de les colònies gregues de la Magna Grècia.

Les colònies focées de la Mediterrània occidental continuen la dinàmica present a tot el territori, i opten fonamentalment per l'adaptació del *pes oscus* com a unitat modular. A Velia serà aquesta la unitat de mesura característica de la imponent torrassa del Castelluccio, basat en un senzill sistema de proporcions de triangles

---

69 Dio Casi, *Història romana*, 52, 30.9, pàg. 154-155, edició de E. Cary, Loeb Classical Library, Londres, 1960.



## Metrologia grega

rectangles. La plasmació arquitectònica d'aquesta construcció remet a un *plethron* grec de 100 peus de 0,27 m en aquest cas, que és el mateix mòdul que hem identificat a la distància entre les torres defensives de la fortificació emporitana del segle IV aC. A Emporion, l'altra característica important del sistema defensiu és l'ús de la proporció euclidiana en les torres, la qual no hem pogut documentar a Massalia i Velia, on les torres presenten una planta quadrangular.

Sobre la metrologia focea al segle III aC podem aportar poques dades, ja que pràcticament no es documenten reformes o construccions importants corresponents a aquest període. Únicament el cas de Nages, dintre del context indígena de la Gàl·lia meridional, es pot emmarcar dintre d'aquest període. En aquest cas, l'anàlisi metrològica mostra com en assentaments indígenes es continua emprant la mateixa unitat constructiva característica de l'arquitectura focea del segle IV aC. A nivell de recursos poliorcètics sí que podem observar unes solucions comunes a les colònies focées, ja que els sistemes defensius del segle IV aC es veuen reforçats per la construcció d'un *proteichisma* o defensa avançada, com ocorre al davant del Castelluccio de Velia i a la fortificació emporitana. A Massalia en aquest moment es realitzen una sèrie de construccions adossades al sistema defensiu, però amb una finalitat més domèstica que defensiva (Tréziny, Trouset 1992, 97).

El segle II aC serà el darrer moment d'esplendor de l'arquitectura massaliota, abans de la seva absorció de l'esfera romana. A aquest període corresponen les fortificacions tardanes de la Bourse i Emporion, planificades seguint un mateix esquema constructiu basat en projeccions de triangle, i fent servir el colze de 0,52 m com a unitat reguladora. Aquest esquema contrasta amb l'identificat als assentaments indígenes de Catalunya que, on en aquest moment de romanització inicial, no haurien gaudit dels avantatges de la colònia emporitana i s'haurien vist immersos dintre del sistema metrològic romà, tot i conservant trets característics de les seves tècniques constructives i del seu urbanisme (Belarte, Olmos, Principal en premsa).

En el moment actual de la recerca, creiem que no es pot atribuir una filiació comuna només en el darrer moment, sinó que, com hem anat veient les colònies focées a més de tenir un origen comú, tenen una evolució comuna a nivell metrològic (fig. 51).

Assentament	Localització	Cronologia	Mòdul	Unitat
Foceia	Muralla	Segle VI aC	Braça	Peu de 0,296 m
Velia	Santuari	Segle V aC		Peu de 0,296 m
	Muralla	Segle V aC	Braça	Peu de 0,296 m
	Castelluccio	Segle IV aC	Plethron	Peu de 0,27 m
Massalia	Tresor Delfos	Segle V aC		Peu de 0,296 m
	Muralla	Segle V aC	Braça o ½ braça	Peu de 0,296 m
	Terrassa funerària	Segle IV aC		Peu de 0,28 m
	Bourse	Segle II aC	Braça	Colze de 0,52 m
Agde	Urbanisme	Segle IV aC	Estadi	Peu de 0,275 m
Olbia Provença	Urbanisme	Segle IV aC	Estadi	Peu de 0,275 m
Emporion	Urbanisme	Segle V aC	Braça	Peu de 0,296 m
	Torrassa	Segle V aC?		Peu de 0,296 m
	Fortificació	Segle IV aC	Plethron	Peu de 0,27 m
	Fortificació	Segle II aC	Braça	Colze de 0,52 m
Rhode	Urbanisme	Segle III aC	Braça	Peu de 0,333 m

Figura 51. Taula de patrons identificats a les ciutats focees, i les seves subcolònies

## 4. Metrologia ibèrica a Catalunya i el País Valencià

### 4.1 Antecedents de la recerca en el món ibèric. Estat de la qüestió

La major part dels escassos estudis realitzats fins el moment sobre la metrologia ibèrica s'han centrat en l'anàlisi de les fortificacions, amb uns resultats especialment satisfactoris i prometedors, encara que han de ser presos també amb certa precaució.

La primera aproximació a la metrologia de les fortificacions ibèriques fou presentada per P. Moret, on l'anàlisi d'una sèrie de recintes emmurallats complexos al món ibèric permetia a l'autor demostrar com les influències mediterrànies es manifesten a les fortificacions, encara que des d'una interpretació indígena dels patrons orientals (Moret 1998; 2002). La principal aportació de les seves publicacions va ser obrir un camí d'estudi gairebé ignorat fins el moment en la historiografia ibèrica.

A la zona catalana els únics estudis d'interpretació metrològica que tenim s'han centrat en les fortificacions, i en menor mesura, en altres construccions especialment significatives de la comunitat: els temples i els magatzems. Un dels primers treballs on s'analitza mètricament una fortificació és l'estudi realitzat per J. Rovira i N. Molist al sistema defensiu del Turó del Montgròs del Brull, on es proposa la utilització d'un peu d'origen grec de 0,308 m, que associen amb una herència constructiva hel·lenística (Rovira i Molist 1993, 126). La principal recerca sobre metrologia a Catalunya és la realitzada per P. Moret, qui analitza els principals sistemes defensius de la cultura ibèrica a Catalunya, proposant l'existència d'un patró ibèric de 0,32 m aplicat a la fortificació, i que l'autor documenta a la zona ausetana (Folgueroles i el Brull) (Moret 1998, 87-88; 2002, 200-202). La posterior recerca portada a terme per altres investigadors seguint l'estela oberta ha portat a contrastar els resultats proposats, identificant aquest tipus de mesura a diversos assentaments de la zona de l'Ebre, per exemple a les torres del Castellot de la Roca Roja (Benifallet), al Castellet de Banyoles, al Barranc de Musselló (Flix) (Noguera 2002, 121-127), i al poblat ibèric de Sant Miquel (Vinebre) (Genera *et al.* 2005, 104). En qualsevol cas, la problemàtica atribució d'un sistema de mesures concret ha estat plantejat, novament, per P. Moret en el cas de les torres pentagonals del Castellet de Banyoles de Tivissa, on s'ha plantejat la utilització de fins a quatre unitats de mesura diferents, que junt amb altres factors han servit per defensar una cronologia diferent del sistema defensiu, respecte a l'assentament ibèric (Moret 2008, 204).

Fora dels plantejaments mètrics a l'arquitectura defensiva, la recerca al món ibèric català és especialment minsa. Únicament disposem de l'estudi presentat per P. Moret al voltant del temple urbà del Puig de Sant Andreu, on la modulació proposada s'emmarcaria dintre d'un complet projecte urbanístic que es podria aplicar també a la distribució del conjunt d'illes de cases (Moret 2004, 142). Respecte a d'altres estudis relatius a temples o santuaris urbans ibèrics de Catalunya no disposem de cap altre estudi en profunditat, tot i que cal tenir en compte també la dificultat de poder atribuir l'existència i diferenciació dels llocs de culte dintre del món ibèric català (Vilà 1997, 538-539). Respecte a la definició mètrica de les estructures d'emmagatzematge ibèric, comptem únicament amb una possible proposta metrològica als magatzems de la Moleta del Remei d'Alcanar, a partir de la comparació amb una cita de Filó de Bizanci (Gracia 1995, 92-94). Malgrat tot, aquest autor no proposa cap restitució metrològica i tal i com veurem posteriorment, la cita de l'enginyer grec no es correspon amb la realitat dels magatzems identificats al món ibèric.

Dintre de l'estructura urbana de l'assentament, els estudis pioners es van centrar en l'anàlisi microespacial dels recintes, seguint les teories de l'arqueologia espacial de meitat dels anys 80, i que es va reflectir en les publicacions periòdiques de la sèrie d'*Arqueología Espacial* del Seminari d'Arqueologia i Etnologia de Terol. Dintre d'aquesta sèrie són d'especial interès pel cas català els estudis d'Enriqueta Pons a l'assentament del Puig Castellet, on es proposa a grans trets un intent de modulació reguladora de l'urbanisme (Llorens *et al.* 1986, 249). El següent intent de definir un pla regulador dels assentaments serà l'estudi de P. Moret al Puig de Sant Andreu, anteriorment esmentat. En definitiva, encara resta incidir en els plantejaments urbanístics que es van aplicar a l'estructura de l'assentament, tal i com s'ha estudiat als assentaments protohistòrics de la Gàl·lia meridional com Lattes (Garcia 1996, Garcia 2004), Salses-le-Château (Ugolini 2002), Glanum (Roth-Congès 1985), Entremont (Tréziny 1989) o Le Verduron (Badie i Loup 2008).

A l'àmbit de la cultura ibèrica peninsular el volum d'estudi sobre patrons mètrics arquitectònics i urbanístics és igualment escàs. Probablement, la primera aproximació a l'estudi de la modulació i, per tant, la distribució ortogonal de l'assentament es correspon a l'estudi de F. Burillo del poblat ibèric de los Castellares (Herrera de los Navarros, Zaragoza), excavat en la seva totalitat i on s'aplica a les unitats d'habitació una graella quadrangular basada en un mòdul de 2,10 m (Burillo 1983, 125). A Andalusia, un esquema semblant s'ha plantejat per l'assentament ibèric tardà del Cerro de la Cruz a Almedinilla, on s'ha observat una uniformitat en el repartiment de la

superfície construïda, seguint un model inspirat en els esquemes de l'arqueologia espacial de la dècada de 1980 i, amb la referència metrological dels estudis aplicat al Oral (Murillo et al. 1994, 63; 2001, 99; Vaquerizo 1999, 93). Un exemple semblant es planteja a Puente Tablas, on des de la perspectiva de l'arqueologia de l'arquitectura s'analitzen tres estances en les quals es planteja l'ús d'una modulació prèvia, amb una mateixa superfície útil, però sense entrar en més detalls metrologicals (Sánchez 1998, 98). Seguint a Andalusia, els primers intents de definició d'una influència colonial a la metrologia indígena del sud de la península van ser novament definits per P. Moret, analitzant el recinte de Torreparedones a Còrdova com una fortificació indígena amb una arrel metrological púnica (Moret 1998, 90), tot i que les darreres intervencions atribueixen a aquest sistema defensiu una cronologia republicana (segles II-I aC), en la qual no s'ha de descartar la utilització d'un sistema de mesures d'arrel cartaginesa (Moret 2008, 149). Un cas semblant ocorre amb el bastió defensiu de la porta de Sevilla de Carmona, el qual va ser interpretat mètricament per l'arquitecte A. Jiménez, proposant la utilització d'un peu ptolemaic de 0,308 m a partir de l'anàlisi dels carreus, que ha estat la base de la interpretació preromana de l'obra defensiva (Jiménez 1989, 113). La interpretació d'aquesta construcció ha estat objecte de debat entre els estudiosos de l'arquitectura púnica i romana, però pel que respecta a la seva metrologia, aquesta interpretació ha estat rebatuda per P. Moret especialment pel que es tracta de la dificultat d'associar una unitat a partir dels carreus, però sense modificar la interpretació metrological base de la construcció (Moret 2006b, 105). Un altre camp on s'han realitzat propostes metrologicals és a l'arquitectura funerària ibèrica, en aquest cas, l'únic estudi realitzat es correspon al monument turriforme de Pozo Moro, on a partir d'una divisió de 12 de la base s'ha proposat la utilització d'un peu d'aproximadament 0,3 m, equivalent també a la meitat del fris decorat (Almagro-Gorbea 1983, 211).

A la zona valenciana, tal i com esdevé a la regió catalana, podem trobar una escassetat d'estudis en profunditat sobre metrologia. Un dels primers estudis és el que va ser realitzat per Enric Llobregat al conjunt de temples ibèrics de la Illeta dels Banyets (Llobregat 1985). En aquest treball es planteja l'adopció d'una unitat reguladora de 0,55 m, identificada també al fust de les columnes i que beu fonamentalment dels estudis d'André Jodin sobre la metrologia del Marroc púnic i hel·lenístic. Tal i com hem comentat en els antecedents de la recerca en el món fenici (cap. 2.1), ens adonem que aquesta obra ha marcat un abans i un després en la historiografia, servint de referència com a manual de metrologia pràcticament fins a l'actualitat.

A diferència del que ocorre a Catalunya, on la majoria dels escassos estudis s'han centrat en les estructures defensives, en el cas valencià, aquestes han passat una mica més desapercebudes, i la majoria dels estudis es centren en l'urbanisme i el plantejament constructiu de l'assentament. L'únic estudi, ara per ara, disponible sobre una fortificació ibèrica és el de l'edifici ibèric del Perengil de Vinaròs, del qual s'esmenta el seu disseny per part d'un especialista en arquitectura, i on s'està fent servir un plantejament previ clar de la construcció (Oliver 2001, 138), a partir d'una unitat de mesura del tot incerta, ja que es plantegen dues probables unitats del tot allunyades i sense relació entre elles, com és un colze romà de 0,275 m i un colze grec de 0,296 m. En aquest cas, creiem que existeix una evident confusió terminològica pel que respecta a la metrologia antiga i les seves unitats de mesura; a més a més, es planteja una restitució modular de l'amplada basada en 6 mòduls deixant un espai central de 0,7 m (Oliver 2001, 92), el que creiem que no és una proposta adequada metodològicament, ja que segons la nostra opinió tot plantejament de restitució ha de comprendre la totalitat de l'estructura, entenent aquesta com un conjunt, sense deixar, per tant, un espai central sense incloure en aquest disseny previ.

Per la seva part, la primera anàlisi mètrica sobre la trama urbana d'un assentament és la realitzada al Oral (San Fulgencio, Alacant) on es va voler identificar la unitat constructiva a partir d'una metodologia, al nostre entendre, no del tot adequada. En aquest sentit, es va optar per mesurar tots els murs i compartiments, a partir dels quals es va obtenir una mitjana de totes les mesures, els divisors de la qual proporcionava unes unitats de mesura similars a les proposades, novament, per A. Jodin (Abad i Sala 1993, 162-163). Creiem que no es tracta d'una metodologia correcta ja que s'han pres totes les mesures possibles de l'assentament i s'ha realitzat la mitjana de totes elles, obtenint estadísticament i de manera lògica una unitat de mesura. El problema principal és el procediment d'obtenció d'aquesta unitat, ja que totes les mesures no corresponen a un mateix moment constructiu i, per tant, s'estan barrejant mesures corresponents a fases diferents on hi pot haver una evolució diferent dels patrons. Aquest aspecte metrològic ha estat descartat a les següents publicacions posteriors sobre aquest jaciment (Abad i Sala 2001), tot i que ha estat esmentada la potencialitat del poblat per a l'anàlisi metrològica, a partir d'un possible plantejament previ i una distribució racional de les estructures (Moret 2002, 190). Un plantejament similar al que ha estat proposat per l'Oral es va realitzar al poblat ibèric del Puig de la Nau de Benicarló, on s'identifica una distribució regular de les illes de cases i de les vies, amb la distribució dels habitatges en funció del traçat viari, i a partir d'un mòdul de 14 m

## Metrologia ibèrica a Catalunya i el País Valencià

(Oliver i Gusi 1995, 191-192). Aquest treball es veurà ampliat amb la darrera monografia de l'assentament, on es planteja l'ús d'una unitat de 0,35 m (Oliver 2007, 117). El principal estudi metrològic i modular realitzat amb una metodologia moderna d'un assentament del País Valencià és l'anàlisi de La Picola (Santa Pola, Alacant) on s'atribueix un model arquitectònic grec basat en un peu de 0,296 m, implantat a partir d'un sistema modular comú a les poblacions gregues i ibèriques, com és la braça de 6 peus; la restitució metrològica ha estat proposada a partir de la repetició i regularitat de l'amplada de les estances, l'amplada de les illes de cases i, en darrera instància, les mesures dels tovots (Badie i Moret 1998, 56). És especialment significativa per l'excepcionalitat que suposa la presència d'un model d'aquesta regularitat i plantejament a la costa alacantina, dintre d'un context plenament indígena, i on tant els materials recuperats com la tècnica constructiva són plenament ibèrics. D'aquí que al cap i a la fi sigui força difícil atribuir un origen grec únicament basant-nos en l'anàlisi metrològica, sense que la resta d'elements indiqui clarament una ascendència hel·lènica. Caldria deixar, per tant, oberta la interpretació d'aquest assentament valorant la possibilitat més fiable que es tracti d'una interpretació indígena d'uns models grecs. En altres assentaments, com és el cas del Castellet de Bernabé, s'ha plantejat la hipòtesi d'una planificació detallada del procés constructiu que portaria a considerar la possibilitat de l'adopció d'un sistema metrològic (Guérin 2003, 224), però on malauradament "no ha sido posible apreciar ningún patrón de medidas" (Guérin 2003, 225). Durant el procés d'elaboració del nostre treball, hem analitzat la planta d'aquest assentament intentant cercar-ne el disseny previ, però no hem pogut delimitar la utilització de mòduls constructius, tal i com hem detectat al proper assentament del Puntal dels Llops. Creiem que en el cas de l'aldea edetana les diferents reformes constructives han pogut emascarar i dificulten conèixer quin hauria estat el plantejament constructiu inicial.

Lluny del que representa l'arquitectura i l'urbanisme, un altre camp on s'han aplicat recentment estudis metrològics és el parcel·lari agrícola. Aquests estudis portats a terme per R. González Villaescusa proposen l'existència d'un mòdul agrícola entre els ibers, comparant els assentaments d'Isona al nord de Catalunya i Edeta, on segons aquest autor s'ha recuperat una estructura anomenada Les Fites, formada per una alineació de dues pedres verticals que serien marcadors del territori (González Villaescusa 2002, 184) i en els quals s'estan fent servir diverses unitats de mesura possibles (peus de 0,297 i 0,35 m i colze de 0,525 m) (González Villaescusa 2002, 239; ídem 2003, 20). El darrer camp d'estudi on s'ha proposat la utilització de sistemes metrològics és en l'amplada de les carrerades conservades a diversos poblats.

L'exemple millor conegut i més espectacular és el del Castellar de Meca d'Ayora on s'han conservat els millors exemples i de més longitud, i on la regularitat de les amplades d'aquests camins (1,245 m) ha fet que s'atribueixi aquesta amplada a un peu "castellà" de 0,27866 m, que seria quatre vegades i mitja el diàmetre de l'eix dels carros ibèrics, mentre que es proposa un diàmetre de les rodes de 4 peus (1,106 m) (Broncano i Alfaro 1990, 195). Creiem que aquest pot ser un camp d'estudi interessant, on sens dubte deuria haver-hi una regularitat i una estandardització de les mesures, així la comparació amb els resultats de poblats propers com El Amarejo o la Cañada de los Ojos sembla avançar en aquest plantejament. L'únic element que ens sembla criticable és la menció del "pie castellano" com unitat de mesura, ja que s'està traslladant a l'antiguitat una denominació d'un sistema de mesures d'època moderna, el qual no deixa de correspondre amb una unitat de mesura antiga com és el *pes oscus*, però on la terminologia emprada no correspon a aquest moment.

En darrer lloc, no hem d'oblidar la plasmació del plantejament metrològic a les tècniques i elements emprats en la construcció. A la publicació de l'assentament de La Picola ja s'esmentava la possibilitat de la contrastació de les mesures de les toves com a referent per poder aplicar estudis mètrics. A la Celtibèria, l'important conjunt de toves senceres recuperades als diversos assentaments ha permès proposar l'existència d'un "peu celtibèric" que s'adapta a les modulacions de les toves i que es correspon amb un patró de 0,24 m (Curchin 2002, 253). Al cas català, tot i disposar actualment d'un considerable volum de toves recuperades, la variabilitat de les mesures d'aquestes no permet definir un patró específic, depenent les seves mides del lloc on aquestes han de ser disposades (Belarte 1997, 57; en premsa). Una situació similar s'observa als assentaments del País Valencià, on en els escassos jaciments on s'han conservat elevacions de toves *in situ*, com és el cas del Puntal dels Llops, es pot apreciar una certa tendència modular, però on existeix novament certa variabilitat, podent plantejar la utilització de diferents unitats modulares aplicades a la construcció en terra, depenent de lloc on es disposen aquestes toves.



## 4.2 Aproximació a la metrologia ibèrica a Catalunya

### 4.2.1 Urbanisme i distribució de l'espai habitat

Dintre d'aquest punt analitzem tant la distribució urbanística de l'assentament com el repartiment de l'espai habitat, és a dir, l'espai domèstic, ja que considerem que aquests dos punts són inseparables i funcionen conjuntament. L'estudi ha estat centrat especialment en assentaments fundats de nova planta durant el segle III aC com Puig Castellet, Estinclells o Castellet de Banyoles on disposem de l'avantatge de disposar únicament d'una fase constructiva, de manera que es possible esbrinar quin ha estat el plantejament urbanístic general i poder proposar una restitució mètrica més acurada, així en aquests jaciments hem pogut observar una regulació integral de la distribució de l'espai habitat. A més d'aquesta sèrie d'assentament hem plantejat també una restitució modular al poblat ibèric d'Alorda Park, on la fase constructiva del segle V aC es caracteritza per una reforma global de l'urbanisme, i és aquí on hem apreciat una possible implantació modular.

Per al nostre estudi hem analitzat també un conjunt més ampli de jaciments ibèrics com és el cas del Turó de Ca n'Olivé (Cerdanyola del Vallès, Vallès Occidental), Illa d'en Reixac (Ullastret, Baix Empordà), Mas Castellar de Pontós (Alt Empordà), Puig Castellar (Santa Coloma de Gramenet, Barcelonès), Castellruf (Santa Maria de Martorelles, Vallès Oriental) o el Cogulló (Sallent, Bages). Dintre d'aquests assentaments no hem trobat la seva organització modular, en la majoria d'ocasions degut a que la dinàmica interna no ho permet. Així, en assentaments com el Turó de Ca n'Olivé, les diferents fases constructives del poblat seran les que marquin la seva evolució constructiva, i per tant condicionen les successives reformes urbanístiques. En altres casos com Castellruf, fundat *ex novo* durant el segle III aC, la parcialitat de la informació disponible i el fet de disposar únicament d'un volum petit d'estances excavades no permeten extreure conclusions significatives sobre el seu plantejament urbanístic i constructiu general. L'altra problemàtica amb la que ens hem trobat és la diferenciació de les diverses fases constructives, que en casos com el Cogulló no és del tot clara i, per tant, no és possible plantejar estudis modulars davant el problema d'incloure elements constructius de diferents moments.

#### 4.2.1.1 Puig Castellet (Lloret de Mar, La Selva)

El Puig Castellet és un petit nucli fortificat de 650 m<sup>2</sup> que va funcionar com a punt fronterer i de vigilància del territori (Llorens i Pons 1987; Pons i Llorens 1991: 95) (fig. 52).

Al recinte han estat identificats un total d'onze espais, els quals s'associen a tres moments constructius immersos tots tres dintre del segle III aC, podent establir-se com a data inicial el període entre el 275 i 250 aC, i un moment final cap al 218 aC coincidint amb el desembarcament romà a Empúries.

El fet de poder accedir a un poblat excavat amb extensió on les fases constructives són clares i ben delimitades és un avantatge que ens ajuda a comprendre perfectament la dinàmica de funcionament del poblat, a més de permetre escollir quins són els recintes més adients per poder realitzar un apropament metrològic a l'assentament.

En un primer moment es construeixen la muralla est i nord, i la torre nord-est, a més dels espais 0, 2, 3 i 4, conformats per una sola habitació sense divisió interior (Llorens *et al.* 1986, 250). Dintre de la segona fase s'engrandeix l'hàbitat ocupant-se la totalitat de l'espai disponible i es compartimenten les unitats anteriors. Així mateix s'observa com aquesta repartició interior de l'espai es repeteix sistemàticament, seguint un possible esquema preconcebut, és aquest el cas especialment dels espais 0 i 3, pertanyents a la primera fase constructiva, que en aquest segon moment es divideixen internament en dues sales cadascun, amb una llar a cada estança, i al mateix temps se'ls hi adossa una avantsala transversal rectangular. Aquest serà, per tant, el model que podem considerar estàndard d'aquesta segona fase, ja que tant les antigues construccions que es reformen com algunes unitats *ex novo* adopten aquest model de casa amb pòrtic.

Partim com a base de la primera fase constructiva del recinte, en la qual es marca el perímetre defensiu amb la construcció de la torre per protegir l'entrada i la delimitació d'una sèrie d'espais adossats a la muralla. Aquest primer moment serà, per tant, el que marcarà les directrius de les ulteriors reformes, ja que com a nova construcció es parteix d'una concepció prèvia de l'assentament adaptant aquest a l'orografia del terreny, per tal d'aprofitar el relleu per aconseguir les condicions òptimes defensives. Les successives reformes del poblat sembla que responguin a una

adaptació de les necessitats funcionals dels habitants més que a un plantejament racional de distribució de l'hàbitat seguint uns determinats patrons.



Figura 52. Vista aèria del Puig Castellet des del nord (fotografia cedida per Enriqueta Pons).

Els espais corresponents a aquesta fase 1 presenten una superfície útil que va des dels 25 fins als 37 m<sup>2</sup>, el fet de no trobar-nos davant una total regularitat es deu a l'adaptació al terreny, que en qualsevol cas no esborra una tendència a l'ortogonalitat de l'espai. Els excavadors van proposar una proporció aproximada de 3 de llarg per 2 d'ample, amb un mòdul estàndard de 6 x 4 m per a l'espai 4 (Pons i Llorens 1991, 97).

L'anàlisi mètrica del conjunt del poblat en aquesta fase inicial mostra com esdevenen tota una sèrie de trets comuns. D'aquesta manera, els espais delimitats per la torre, els recintes 0, 2 i 3 presenten una amplada pràcticament idèntica, entre 4,94 i 5,06 m. Per contra, l'espai 4 té una amplada superior (al voltant dels 6 m), que sembla ser deguda a l'adaptació a l'orografia del turó en aquest punt.

Amb aquestes dades inicials proposem l'ús d'un mòdul regulador basat en un colze d'aproximadament 0,50 m. Aquesta modulació proposada serà la que retrobarem contínuament dintre de l'assentament. Com hem esmentat, l'amplada regular d'aquests recintes d'aproximadament 5 m, indicaria l'ús d'un patró de 10 colzes o dues passes, mentre que pel recinte 4 l'espai s'adaptaria a una modulació de 12 colzes o dues brases (6 m).

El sistema defensiu sembla respondre de la mateixa manera a aquest model. Així, l'espai interior de la torre delimita un espai útil d'aproximadament 4 x 5 m que s'adapta perfectament a aquest patró modular (8 per 10 colzes); a més, la porta d'aquesta construcció amida exactament 1,49 m (3 colzes), i l'amplada del mur de tanca del poblat (1 metre) respondria a l'adaptació d'un mòdul de 2 colzes (fig. 53). A diferència d'aquest darrer mur, les parets internes de l'assentament mostren unes dimensions de 0,50 m, que encaixa perfectament amb un colze. Serà en aquest darrer lloc on disposem de les proporcions més petites on podem diferenciar, per tant, la unitat constructiva.

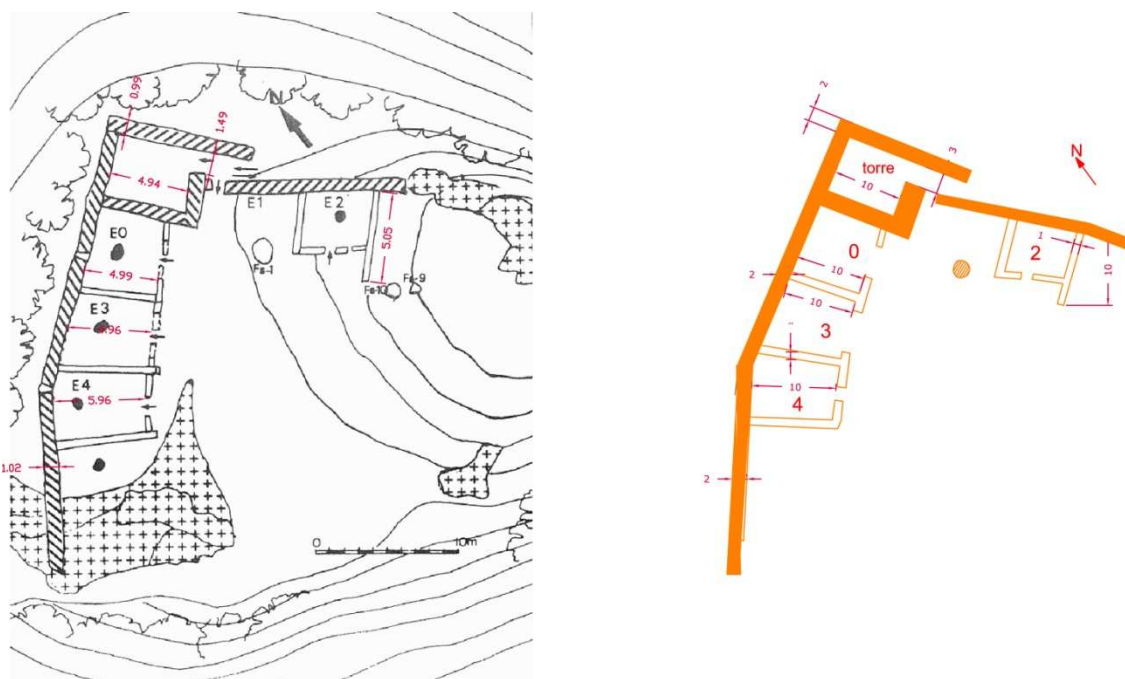


Figura 53. Planta del Puig Castellet durant la fase 1 amb indicació de les principals mesures en m (modificada a partir de Pons i Llorens 1991, fig. 8) (esquerra) i restitució de la primera fase expressada en colzes.

Així, el que podem apreciar al poblat de Puig Castellet és un plantejament racional preconcebut de l'assentament basat en un sistema modular determinat per l'aplicació del colze, que retrobem tant a les distàncies més llargues com a l'espai de les estances, o a les distàncies més curtes com l'amplada dels murs. El fet més destacat és que al Puig Castellet s'opti per l'ús del colze com a sistema modular, en lloc del peu, més freqüent dins del context ibèric català.

#### 4.2.1.2 Ciutadella ibèrica d'Alorda Park (Calafell, Baix Penedès)

La ciutadella ibèrica d'Alorda Park s'assenta sobre un turó d'uns 3.000 m<sup>2</sup> que s'alça vora la mar i que tindria una funcionalitat defensiva i residencial d'una elit ibèrica local. L'assentament ha estat objecte de diverses reformes des de l'ibèric antic fins a finals del segle III aC. Al segle I aC perd la seva funció com a nucli fortificat i s'instal·la una casa romana al costat sud-est del poblat.

El moment on centrem la nostra recerca és l'anomenada fase II que suposarà la reestructuració del poblat vers les darreries del segle V aC. Aquest moment coincideix amb una total transformació de l'interior del recinte i un replantejament estructural que porta a l'organització d'una nova xarxa viària força regular i de tendència ortogonal que sembla delimitar l'existència d'un barri sud amb la presència de dues illes de cases isolades, i diferents de la resta de construccions del mateix moment que seguirien el model "clàssic" de cases en bateria adossades al mur de tanca, compartint parets mitgeres i obrint a un espai central (Moret 2004, 135).

Aquesta completa reestructuració de l'urbanisme del poblat ens marcaria l'existència d'un esquema previ preconcebut de distribució de l'hàbitat amb una sèrie de "lots", a més de deixar un espai obert comunitari al nord-oest a mode de plaça que amortitza construccions anteriors (Sanmartí i Santacana 1992, 28). Serà aquest el principal moment constructiu, ja que és en aquesta etapa quan es realitza un plantejament integral de distribució del sòl, que serà el que condicionarà posteriorment l'evolució urbanística de l'assentament, a excepció únicament de les reformes portades a terme durant el segle III aC a l'edificació de l'anomenada Casa del Cabdill.

La ciutadella d'Alorda Park és, per tant, un cas clar d'organització racional i preconcebuda de l'assentament com es mostra en la distribució regular de les cases, la separació entre els espais públics i privats - plaça oberta -, i la delimitació dels espais de circulació.

Sobre la distribució de l'hàbitat, ambdues cases presenten una estructura de planta complexa trapezoïdal, i al mateix temps una organització semblant de l'espai interior amb la delimitació de tres espais funcionals que van ser bastits d'una sola vegada: una gran habitació rectangular i dues cambres quadrades més petites. El recinte més gran ha estat interpretat com una habitació "noble" destinada a funcions socials o residencials, mentre que els recintes més petits tindrien funcions de cuina i

d'emmagatzematge (Sanmartí i Santacana 1992, 40). Aquest tipus d'habitatge no serà l'únic documentat i coexisteix amb d'altres més senzills, formats per una sola estança multifuncional.

L'anàlisi metrològica es centrarà en aquests dos conjunts quadrangulars formats pels recintes C-D-O i L-S-V. La seva idoneïtat a nivell estructural i de diferenciació morfològica ha estat ja esmentada. Aquests dos blocs són construïts totalment *ex novo*, sense que cap mur d'una fase anterior condicioni la seva disposició. Així mateix, el seu plantejament dintre de l'urbanisme general del poblat no es troba tampoc en cap moment condicionat per espais de circulació preexistents. Únicament, el fet de no ser completament ortogonal es deu a l'adaptació a la topografia del turó, que condicionaria en darrera instància l'urbanisme d'aquest barri inferior. D'aquí que centréssim la nostra atenció en el pla estructural i el plantejament constructiu d'aquestes edificacions.

Com apunten els seus excavadors, aquestes construccions varen ser bastides d'una sola vegada, almenys pel que fa referència al seu perímetre (Sanmartí i Santacana 1992, 27). Posteriorment, tal i com esdevé a la majoria d'assentaments, la distribució interna de l'hàbitat està subjecta a petites reformes, tot i que al cas d'Alorda Park la divisió fonamental d'aquests recintes va ser aixecada de manera simultània als murs perimetrals.

La casa L-S-V presenta unes mesures exteriors de 7,60 – 7,70 m de costat, amb una superfície de 63 m<sup>2</sup>, i una amplada de murs d'aproximadament 0,48-50 m. Per altra part, la casa C-D-O presenta unes mesures externes de 7,60 m al costat més curt, i 8,80 – 9 m al costat més llarg, delimitant, per tant, una superfície de 68 m<sup>2</sup>; l'amplada dels murs oscil·larà entre 0,45 i 0,60 m<sup>70</sup>. La darrera mesura és la del carrer central que separa els dos blocs de cases, les dimensions del qual oscil·len entre 2,45 i 2,48 m. Aquest serà l'únic espai de circulació a tenir en compte per als nostres estudis ja que sembla que la resta dels considerats espais de circulació estan condicionats per la implantació urbanística del conjunt constructiu.

---

70 Les mides d'aquestes dues cases van ser comprovades in situ en la mesura de les nostres possibilitats, ja que la coneguda restitució arquitectònica del poblat dificulta una mica l'estudi de les diferents etapes constructives. Així les nostres mides han estat preses directament de l'assentament, i de les plantes de detall d'aquest bloc de cases publicat a la monografia del jaciment cf. Sanmartí i Santacana 1992, fig. 6, pàg.25. Cal fer constar que a la descripció del darrer bloc de cases de la citada monografia s'indiquen unes dimensions de 7,8 per 11 m cf. ídem 1992, 27. A partir de les mides citades a la monografia varem poder observar com aquestes mesures quadraven perfectament amb una proporció ortogonal d'un quadrat de  $\sqrt{2}$ , és a dir el mateix plantejament constructiu que apreciem a la torre Y-Z. La revisió ulterior de les mides ens farà, per tant, descartar aquesta darrera hipòtesi.

Mètricament, en un primer moment vàrem constatar com la mida dels costats laterals de les cases s'apropa a l'amplada del frontal exterior de la torre Y-Z (7,90 m), sobre la qual farem referència en tractar el tema de l'arquitectura defensiva. Aquesta coincidència va portar-nos a pensar que ambdós elements tindrien, per tant, una modulació darrera comuna.

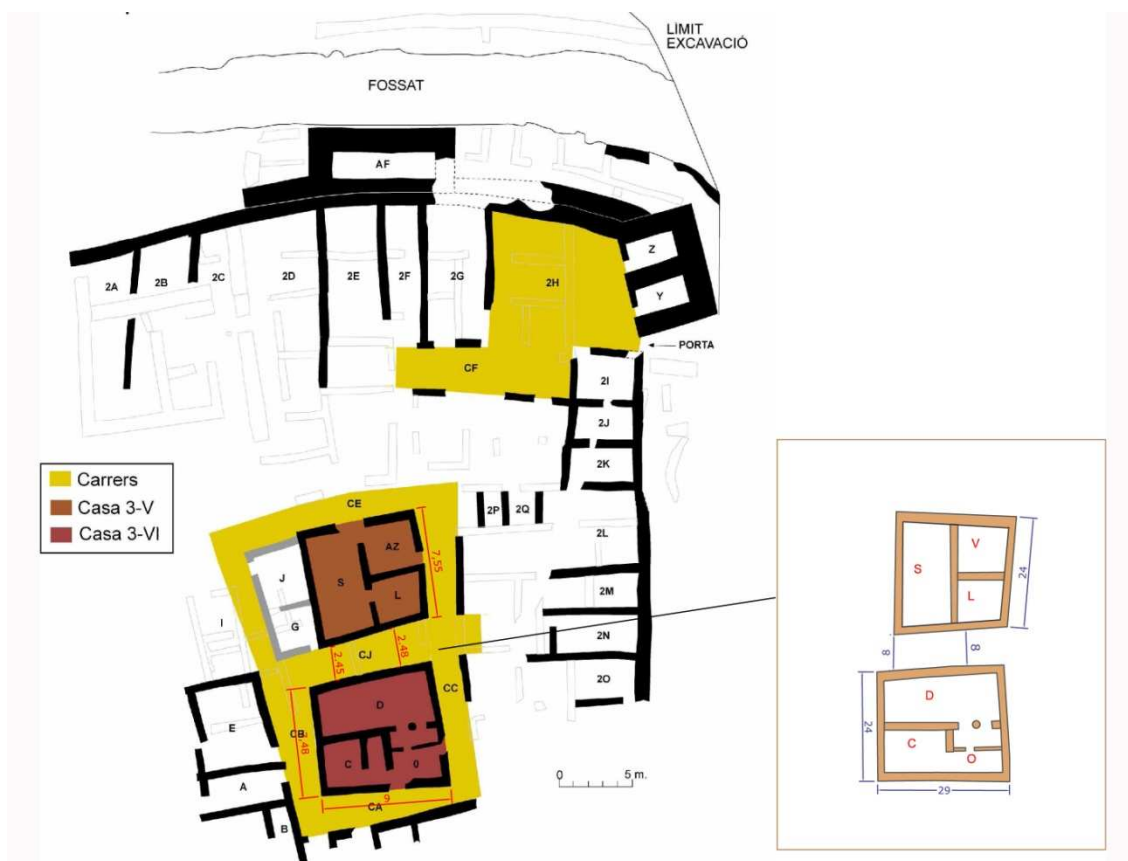


Figura 54. Planta de la ciutadella ibèrica d'Alorda Park durant la fase 2 amb restitució mètrica de les dues illes de cases C-D-O i L-S-V.

Així, plantejem una restitució basada en un peu de 0,31 m. Tal i com veurem a la torre Y-Z, la construcció sembla respondre a un pla general regulador basat en un peu de 0,31 m, que serà el mòdul més petit i que s'expressa en forma de braça de sis peus. La nostra intenció va ser la de comprovar si aquesta modulació pot ser aplicable també al conjunt d'aquests blocs de cases i delimitar, per tant, si és una constant en aquesta fase constructiva, com a mínim en aquestes construccions diferenciades de la resta de construccions contemporànies.

En primera instància, i com hem comentat, el plantejament de tendència quadrangular ens indica clarament com la proposta geomètrica de restitució és diferent a la plantejada per a la torre, ja que és limita únicament a l'adaptació de dos quadrats que tracten d'ocupar el màxim de sòl disponible.



Així, el costat més curt de les edificacions presenta unes mesures entre els 7,46 i el 7,54 m. Aquestes mesures adaptades al peu proposat són properes als 24 peus (7,44 m), el que es correspon també amb quatre brases de sis peus. D'aquesta manera, si bé a la torre Y-Z documentàvem l'ús de tres brases al costat més curt, aquí la necessitat de crear un espai de majors dimensions destinat a una funció diferent farà que aquesta modulació sigui ampliada en una braça. A més, el costat més llarg de la casa C-D-O coincideix amb un patró de 29 peus (9 m). En darrer lloc, l'espai de separació entre els dos recintes amb una distància entre 2,45 i 2,48 m pot ser plasmat novament seguint aquest mateix mòdul, ja que encaixa perfectament amb un patró de vuit peus de 0,31 m (2,48 m) (fig. 54).

En resum, la nostra proposta és que l'urbanisme intern de l'assentament presenta una certa ortogonalitat, i un plantejament constructiu de tendència geomètrica, tot i que una mica allunyat de l'estricta geometria que caracteritza a la torre. En aquest cas estem davant d'un plantejament més senzill on tal i com hem proposat per a la torre Y-Z estaria emprant-se alguna mena d'instrument de mesura per delimitar el terreny, és a dir, una vara o un cordill de sis peus, que podria ésser transportat per tancar la construcció. Així es delimitaria una superfície d'ús, que després internament serà adaptada segons les necessitats funcionals posteriors.



#### 4.2.1.3 Estinclells (Verdú, Urgell)

El poblat ibèric dels Estinclells és un nucli de petites dimensions (2000 m<sup>2</sup>) que presenta la típica estructura dels *oppida* de barrera, amb una muralla simple de tendència ovoide, precedida d'un fossat, amb entrada lateral i amb un seguit de bateries de cases complexes adossades a la muralla que s'obren a un espai central interior comunitari amb sitges i una gran bassa (Asensio *et al.* 2003; 2005; 2009).

El cas dels Estinclells és excepcional, ja que la seva completa excavació en extensió, i el fet que el conjunt de les estructures pertanyin a un mateix moment constructiu (datat al darrer terç del segle III aC) ens permet comprendre de manera global la trama urbana de l'assentament (fig. 55) i llençar la hipòtesi sobre quin és el seu disseny urbanístic i metrològic.

Sembla clar que la disposició interna de l'assentament no correspon a un criteri aleatori, sinó que respon a un model racional planificat prèviament, que s'aprofita de la disposició del terreny totalment plana per tal de dissenyar un esquema geomètric basat en la utilització del cordill.

Els Estinclells és un exemple del model de poblat ibèric de tendència oval, amb bateries de cases agrupades i obertes a una plaça o carrer central. Aquest concepte de distribució urbanística de tendència centrípeta el tenim especialment documentat a la zona lleidatana amb poblats com els de Vilars (Arbeca), el Molí d'Espígol (Tornabous) o el poblat ibèric d'Anseresa (Olius).

La completa excavació de l'assentament ha permès diferenciar tres tipus de cases, de major a menor complexitat (Asensio *et al.* 2009). Els recintes més complexos se situen al costat meridional de l'hàbitat i presenten una compartimentació interior de tres o quatre estances (cases 1 a 10); aquestes cases presenten totes elles una planta de forma i dimensions similars (entorn de 50 m<sup>2</sup>) amb una distribució i ús de l'espai també semblants, i la presència d'un segon pis suggerit per la presència d'una llar i paviments caiguts, a més de la troballa de forats de pal alineats (Asensio *et al.* 2003, 226); seguidament, el segon grup d'habitatges és el situat al costat oriental que presenta compartimentades en un o dos espais i que representen el major nombre d'estructures domèstiques de l'assentament (cases 7 a 19), aquestes cases tenen una superfície menor, al voltant de 30 m<sup>2</sup>, i una funcionalitat múltiple, domèstica i residencials; mentre que en darrera instància s'han documentat cinc estances al costat nord (cases 20-24) amb una planta quadrangular diferent de la resta de l'assentament i sense compartimentació interna (Asensio *et al.* 2009, 130).



Figura 55. Planta dels Estinclells i vista aèria on s'aprecien les estances complexes (1-10) durant la campanya de 2005 (il·lustracions cedides per David Asensio).

Els darrers estudis realitzats arran de la completa excavació de l'assentament s'han centrat en la funcionalitat d'aquestes estructures domèstiques, i han avançat la possibilitat de la residència d'un grup social privilegiat que habitaria a les estances més complexes, mentre que l'altre conjunt de cases podria estar destinat a allotjar la resta d'habitants del poblat, sense descartar, però, l'existència, entre aquests, d'espais destinats a un ús comunitari (Asensio *et al.* 2009, 140-141).

Únicament les estances 20 a 24, situades a la part més septentrional i sense connexió amb la resta, queden fora d'aquest esquema regulador primigeni. L'avantatge de disposar d'una única fase constructiva, a la qual pertanyen la gran part de les estructures conservades, ha facilitat la identificació del seu disseny urbà.

La planta de l'assentament va ser definida a partir de dues circumferències secants dissenyades a partir d'un mateix eix. Aquestes dues circumferències tenen un radi de

20,72 m, fins a configurar una planta ovalada amb una llargada total de 55 m i amb una superfície aproximada de 2.400 m<sup>2</sup>. Com hem pogut apreciar, el disseny constructiu no només delimita la planta de l'assentament, sinó que afecta a tots els recintes, a excepció dels 20 a 24, que resten fora de l'esquema oval. En aquest sentit, el disseny constructiu reflecteix una voluntat de diferenciació dels espais dissenyada ja inicialment plasmada a partir de la traça i el cordill.

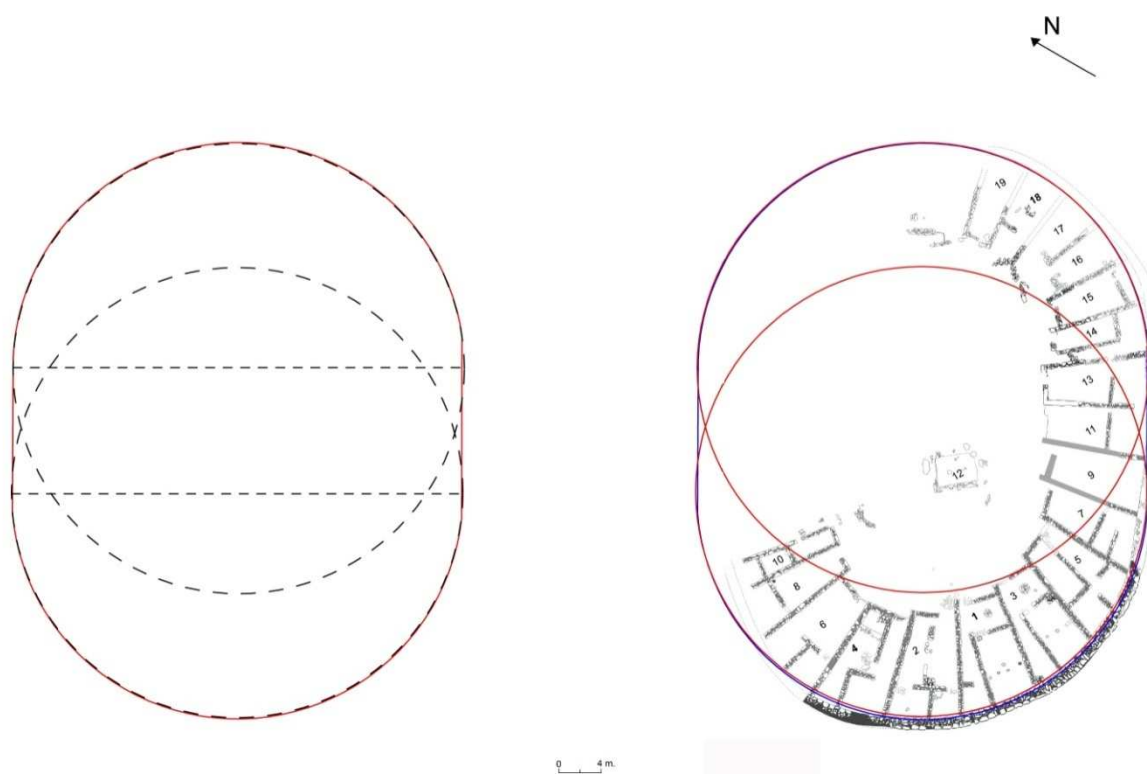


Figura 56. Planificació de l'assentament dels Estinclells a partir de dues circumferències secants i superposició amb la planta de l'hàbitat (modificada a partir d'Asensio et al. 2009, fig. 3).

El disseny urbanístic parteix de la definició dels llocs centrals a partir dels quals es plantegen les dues circumferències (fig. 56). Aquests dos punts se situen a l'espai central comunitari. Posteriorment, a partir d'aquest punt central es projecta la traça corresponent al radi de la circumferència, que marca el lloc destinat a ubicar els murs perimetrals de les estances, seguint un esquema planificat inicialment. A partir d'aquest esquema podem distingir dos barris o esquemes constructius diferents, tot seguint la voluntat diferenciadora de l'assentament entre estances més o menys complexes. Aquesta diferenciació a nivell funcional de les estances, ja va ser planificada des d'un primer moment. En primer lloc, hem de començar pel barri nord, corresponent a les estances amb menor complexitat identificades com a tipus 2 pels seus excavadors (Asensio *et al.* 2009, 130). Així, un cop definida la circumferència que

marca el perímetre d'aquesta zona, es procedeix a marcar l'eix dels murs perimetrals a partir d'una traça que es va succeint de manera progressiva, amb una obertura de 11 a 12 graus. Mitjançant aquesta curta obertura s'obtenen uns recintes allargats adossats a la part interna de la muralla, amb una escassa compartimentació interna no determinada per l'eix ni per l'obertura, i una superfície aproximada de 34 m<sup>2</sup>. Aquest esquema és aplicable als recintes 15-19, que són els únics que es poden traçar a partir del punt central de la circumferència. Els recintes 7, 9, 11, 13 i 14 s'adapten a la planta ovalada i haurien estat traçats a partir d'un altre punt central, però seguint el mateix eix general, així com la mateixa obertura situada entre 10 i 12 graus. En resum, aquest model basat en una obertura reduïda ens està marcant els recintes de menor superfície i una funcionalitat múltiple (fig. 57).

Aquest esquema contrasta amb el barri sud, corresponent a les estances de major superfície i complexitat i que han estat interpretades com a residència de la classe dirigent de l'assentament. El procés constructiu d'aquest barri és el mateix que hem pogut identificar al barri nord, tot i que amb certes variacions. En primer lloc es traça el perímetre defensiu mitjançant la utilització del cordill, per marcar posteriorment l'eix dels murs perimetrals de les estances, però en aquesta ocasió no es traça des del punt central de la circumferència, sinó que el centre es desplaça uns 3,75 m cap al sud i des d'aquest nou punt es delimiten els murs dels recintes 1, 2, 3, 4, 5, 6 i 8 mitjançant una obertura mitjana de 20 graus, és a dir, el doble del que hem pogut identificar al barri nord i que, per tant, possibilita la disposició del doble de superfície habitable (60 m<sup>2</sup>) (fig. 58). L'única excepció és el recinte 10, el més estret i de menor superfície de l'assentament, que va estar planificat seguint una obertura de 7 graus. Desconeixem el motiu del desviament del punt central, però aquest nou punt coincideix exactament amb el recinte 12, que ha estat interpretat com a construcció anterior a la construcció del conjunt de l'assentament (Asensio *et al.* 2009, 138) i que se situa a l'eix general, podent proposar que aquesta habitació quadrangular podria haver actuat com a recinte regulador des d'on es planteja la distribució urbanística de l'assentament, amb una funcionalitat similar a la dels *auguracula* romans (Orfila i Moranta 2001, Salom 2006). Tal i com esdevé a implantacions colonials romanes com *Pollentia* o *Tarraco*, s'ha pogut documentar una primera edificació de planta quadrangular i de reduïdes dimensions, des de la qual es dissenya tota la trama urbana de l'assentament. La característica principal d'aquests recintes és l'orientació dels seus murs seguint els quatre punts cardinals, que és el mateix que es pot observar al recinte 12 dels Estinclells, a més a més, amb una orientació diferenciada de la de la resta de l'urbanisme.

## Metrologia ibèrica a Catalunya i el País Valencià

Recinte	Obertura
1	21°
2	19°
3	19°
4	17°
5	15°
6	18°
7	11°
8	12°
9	10°
10	7°
11	9°
13	10°
14	10°
15	12°
16	12°
17	11°
18	12°
19	11°
<b>MITJANA 1 – 8 (exc. 7)</b>	<b>17,28°</b>
<b>MITJANA 15 - 19</b>	<b>11,6°</b>

Figura 57. Taula amb l'obertura en graus dels recintes dels departaments dels Estinclells i mitjana dels recintes del barri nord en comparació a les del barri sud.

Pel que respecta a la paret davantera de les cases, sembla que la disposició d'aquestes també s'obté mitjançant circumferències o bé mitjançant l'ús de cordills des de l'eix de la construcció. En aquesta ocasió, el radi de les dues circumferències és de 10,6 m, el que equival a la meitat del radi de les anteriors circumferències. De la mateixa manera, la compartimentació interior també podria haver estat planificada mitjançant l'ús de cordills des del punt central en el cas del barri sud, que presenta una major complexitat interna. Així, l'àmbit posterior de tots aquests departaments, que ha estat identificat com a pas de ronda, va estar projectat mitjançant una circumferència d'aproximadament tres m menys de radi (17,79 m), mentre que la segona compartimentació hauria estat disposada seguint la mateixa seqüència de tres m aproximadament menys de radi (14,48 m). Podem observar, per tant, com la distribució interna d'aquestes estances complexes no respon a criteris propis de cadascun dels habitants de la casa, sinó que també va ser planificada des d'un moment inicial seguint una seqüència progressiva de tres m de radi.

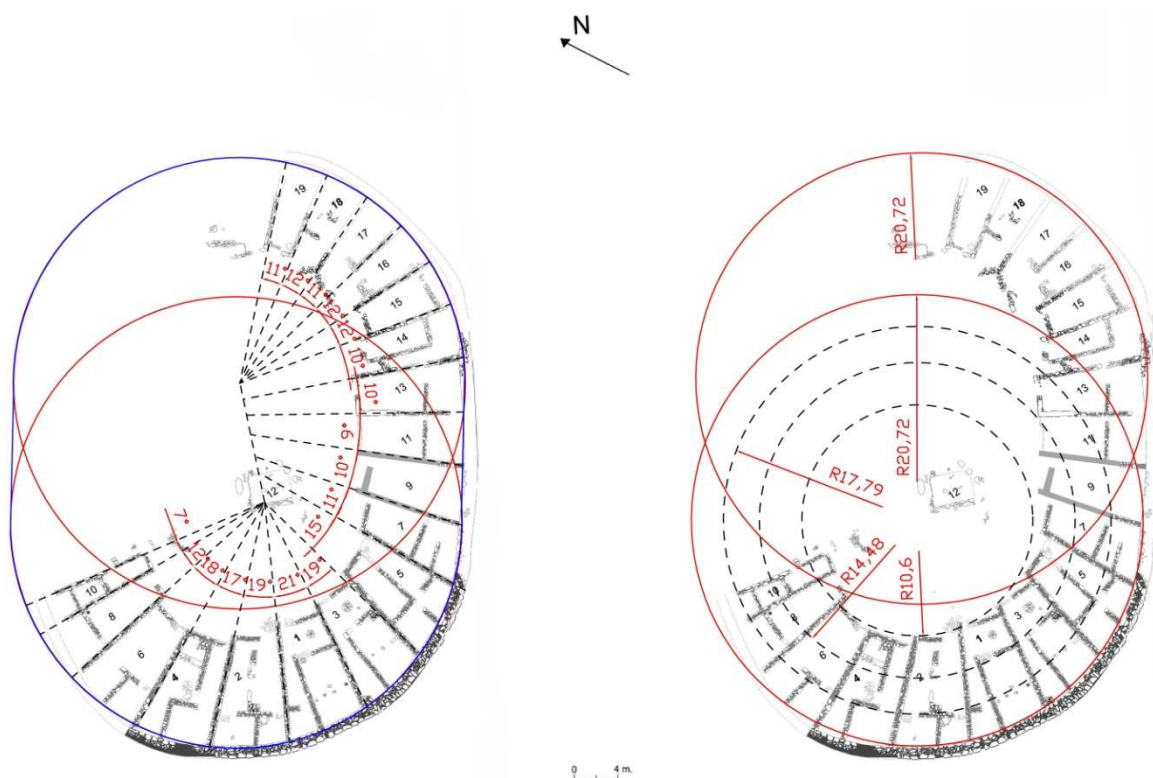


Figura 58. Planta dels Estincells amb disposició dels eixos dels murs dels departaments amb la seva obertura en graus, a la dreta planificació de l'assentament a partir de la progressió de circumferències des dels punts centrals.

Els precedents d'aquest disseny constructiu a l'arquitectura protohistòrica són la planta de l'assentament dels Vilars d'Arbeca i l'edifici del Turó del Calvari de Vilalba dels Arcs. Ambdues tenen forma ovalada definida a partir de dues circumferències

secants dissenyades a partir d'un mateix eix. En el cas dels Vilars, aquest esquema afecta la totalitat de la planta de l'assentament, corresponent a la fase Vilars 0 (segles VII aC), en la qual es planifica tot el conjunt del sistema defensiu, tot i que amb una lleugera variació de l'esquema a la zona de l'entrada (GIP 2003, 238; Alonso *et al.* 2005, 27-28). Aquesta proposta de disseny ha estat aplicada únicament al perímetre del recinte defensiu, però creiem que es pot anar més enllà, ja que la disposició de les torres segueix un esquema radial planificat inicialment (fig. 59). D'aquesta manera, a partir del centre de les dues circumferències es pot traçar el lloc de col·locació de les torres de manera radial, seguint una obertura mitjana de 41 graus. Per la seva part, l'edifici del Turó del Calvari, també datat a la primera edat del ferro (segles VII-VI aC) va ser dissenyat a partir de dues circumferències secants de 9 m aproximadament de diàmetre (fig. 60), fins a obtenir una planta ovalada (Moret 2006c, 204). Per aquest mateix recinte també ha estat plantejat de manera recent, tal i com hem esmentat, la utilització d'una proporció àuria en el seu esquema constructiu, però creiem més factible un pla regulador basat en la utilització de dues circumferències i, per tant, la utilització de la traça i els cordills com a elements reguladors.

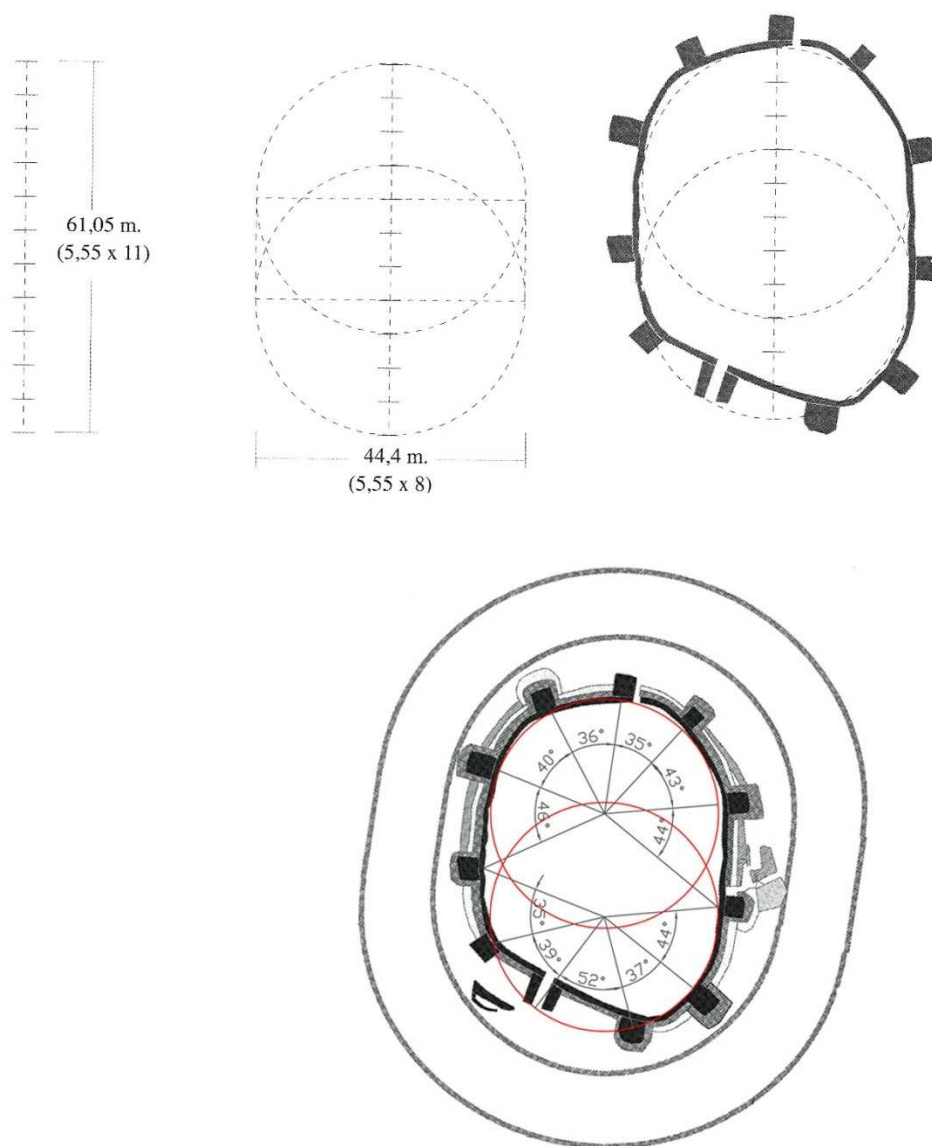


Figura 59. A la part superior, disseny constructiu de la planta dels Vilars d'Arbeca a partir de dues circumferències secants (extret de GIP 2003, fig. 4), a la part inferior distribució radial de les torres defensives amb la seva obertura.



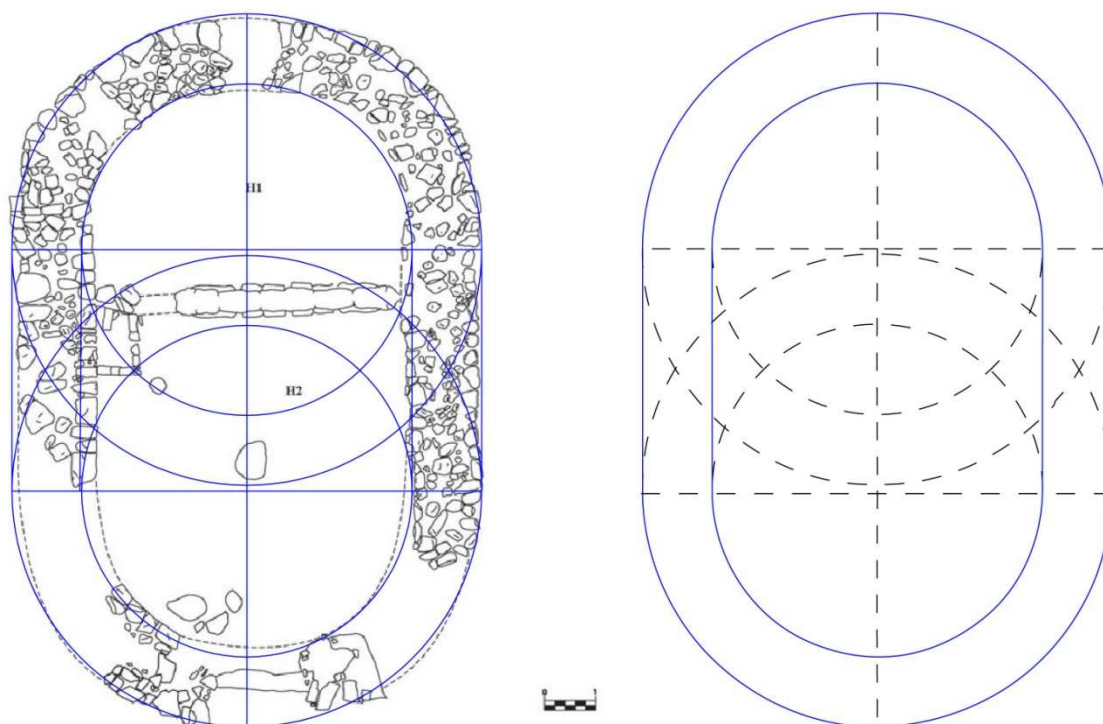


Figura 60. Planta del Turó del Calvari (segons Bea i Diloli 2005, fig. 3) amb proposta de disseny constructiu mitjançant dues circumferències secants.

El plantejament geomètric d'aquest disseny constructiu i urbanístic fa necessària la utilització d'un sistema de mesures codificat en el moment de planificar el conjunt de l'assentament. Per tal d'identificar la hipotètica unitat de mesura hem tingut en consideració el major nombre de mesures possibles i hem escollit únicament valors sencers, que a més a més siguin fàcilment divisibles en números sencers. En aquest sentit, les relacions proporcionades de la planta de l'assentament, com són les relacions  $\frac{1}{2}$  corresponent al radi i la relació  $\frac{1}{4}$ , que correspon a les parets davanteres dels departaments ja indiquen la plasmació de números fàcilment divisibles.

Amb les dades disponibles proposem la utilització de tres modulacions possibles, totes tres divisibles en números sencers i aplicables a la major part de les mesures de l'assentament. La primera de les mesures hipotètiques és un peu aproximat de 0,35 m, mitjançant el qual el diàmetre de les dues circumferències podria correspondre a un valor de 120 peus, de manera que el radi d'aquesta circumferència seria de 60 peus i la disposició de la porta davantera, corresponent a una quarta part del diàmetre, equivaldria a 30 peus. Pel que respecta a la distància del pas de ronda, aquesta equivaldria a uns 50 peus, mentre que els compartiments interiors podrien correspondre a una mesura de 40 peus. Observem, per tant, com aquesta unitat encaixa bé amb el plantejament general, seguint una base sexagesimal fàcilment

divisible; ara bé, en el moment de transportar-la a mesures de menors dimensions com són l'amplada dels murs dels departaments o l'amplada del mur perimetral, no s'obtenen valors sencers, sinó fragmentaris. Els murs perimetrals de les cases presenten una amplada mitjana de 0,55-0,60 m, mentre que el mur de tanca té una mida entre 1,1 i 1,3 m<sup>71</sup>.

Una altra unitat de mesures possibles és el peu de 0,275 m, que correspon a 150 vegades el diàmetre de la circumferència, mentre que el seu radi seria de 75 peus. Aquesta unitat hipotètica sí que encaixa bé amb les mesures més petites, de manera que l'amplada del mur de tanca seria de 4 peus, mentre que l'amplada dels murs de les cases hauria estat de 2 peus. Ara bé, aquesta unitat presenta problemes a l'hora de realitzar les subdivisions de la circumferència, ja que l'obertura corresponent al frontal de les cases no proporciona un valor del tot sencer sinó que l'aproximació més propera, que correspondria a una mesura de 40 peus, dóna com a resultat una unitat de 0,265, el que implica una desviació considerable respecte al peu esmentat. Així mateix, mentre que la distància del pas de ronda sí que pot ser expressable amb aquesta unitat i correspondria a uns 65 peus, la compartimentació interior no proporciona un valor fàcilment representable, ja que correspondria una mesura de 52,5 peus.

La tercera unitat de mesura hipotètica, i que considerem com la unitat més probable, és el peu de 0,296 m, que encaixa de manera exacta i sorprenent amb totes les mesures. D'aquesta manera, el diàmetre de les circumferències coincideix exactament amb un valor de 140 peus de 0,296 m, amb la qual cosa, el radi té un valor exacte de 70 peus, i la disposició de la paret davantera de les cases es correspon amb un valor de 35 peus de 0,302 m en aquest cas. Per la seva part, la disposició del pas de ronda se situaria exactament a 60 peus, mentre que en el cas de la compartimentació interior hi ha una lleugera desviació i podria correspondre a un valor de 50 peus de 0,289 m. En darrera instància, l'amplada del mur de tanca equivaldria a un valor de 4 peus, mentre que els murs de les estances haurien tingut un valor de 2 peus (fig. 61).

Com a conclusió, al poblat ibèric dels Estinclells s'aprecia un dels plantejaments constructius i urbanístics més complexos de tota l'arquitectura ibèrica, basat en una

---

71 Informació facilitada per Rafel Jornet i corresponent a la memòria de consolidació efectuada a l'any 2006 cf. Jornet 2006, en la qual es documenten totes aquestes mesures abans de la seva restauració.

136

Pau Olmos Benlloch

	MESURA	VALOR	UNITAT
Diàmetre	41,44 m.	120	0,345 m.
		140	0,296 m.
		150	0,276 m.
Radi	20,72 m.	60	0,345 m.
		70	0,296 m.
		75	0,276 m.
Pas de ronda	17,79 m.	50	0,355 m.
		60	0,296 m.
		65	0,273 m.
Compartimentació	14,48 m.	40	0,362 m.
		50	0,289 m.
Porta	10,6 m.	30	0,353 m.
		40	0,265 m.
		35	0,302 m.
Mur de tanca	1,1 - 1,3 m.	4 (1,18 m.)	0,296 m.
		4 (1,1 m.)	0,275 m.
Amplada murs	0,55 - 0,6 m.	2 (0,592 m.)	0,296 m.
		2 (0,55 m.)	0,275 m.

Figura 61. Taula amb les principals mesures de l'assentaments i les diverses propostes de restitució metrològica.

#### 4.2.1.4 Castellet de Banyoles (Tivissa, Ribera d'Ebre)

L'assentament del Castellet de Banyoles es considera com un autèntic nucli de primer ordre del període ibèric ple emplaçat sobre una plataforma fluvial plana a tocar del riu Ebre, amb una superfície total de 4,5 hectàrees i situada al bell mig de la Foia de Mora amb unes immillorables condicions de control i domini d'aquest territori.

El poblat ha estat objecte de troballes de primer ordre com els coneguts “tresors de Tivissa” que no fan sinó ratificar la importància del nucli dintre del context ilerconvà. Les recents excavacions (Asensio *et al.* 2002; 2005; Álvarez *et al.* 2008) han permès definir els moments d'ocupació de l'assentament, localitzant-se tres fases: **Fase antiga**: segles XI-IX aC, l'ocupació podria remetre a una necròpolis de la qual s'ha documentat la troballa d'una urna d'incineració. **Fase central**: segle III aC, moment de configuració del poblat on es documenten la gran majoria de les estructures i en la qual centrarem la nostra recerca. **Fase final**: es tracta d'un moment tardà de reocupació de l'assentament ja immers dintre del període iberoromà (150-75 aC), del qual només es conserven trams aïllats de murs i una important quantitat de material mòble.



Figura 62. Planta de la zona 2 del Castellet de Banyoles de Tivissa.

La nostra recerca i interpretació es centrarà principalment a l'anomenada zona 2 composta per un seguit de recintes i estances situats al costat nord de l'assentament i disposades adossades unes a les altres adaptant-se als límits de la plataforma, i

separades per un carrer central que delimita un barri extern i un altre intern (fig. 62). En el capítol corresponent a l'arquitectura defensiva farem referència a les famoses torres pentagonals i la seva probable restitució metrològica (capítol 4.2.2).

L'urbanisme i la configuració total de l'assentament ens resta encara desconeguda. Malgrat això l'estat actual de la recerca permet avançar una part important de la topografia urbana del jaciment. En aquest sentit, trobem una disposició radial que ocuparia la part més exterior de la plataforma i al voltant de la qual es disposa de manera concèntrica un nou barri amb un esquema modular diferent, així com s'aprecia al Puig Castellar (Santa Coloma de Gramenet, Barcelonès), Molí d'Espígol (Tornabous, Urgell) o El Oral (San Fulgencio, Alacant), evidencia novament de la jerarquització de l'hàbitat. L'existència clara d'espais de circulació ben definits, no vindria sinó a mostrar-nos alguns trets indicatius de l'existència d'un plantejament urbanístic previ, al que caldria sumar la importància dels espais d'ús comunal o de culte recentment documentats (Álvarez et al. 2008).

L'urbanisme del barri interior de la zona 2 presenta certes diferències respecte al barri perifèric, en aquest cas els recintes presenten una complexitat formal més reduïda, amb una subdivisió interna de tres o quatre estances. La superfície d'aquests recintes és també més reduïda, al voltant de 70-75 m<sup>2</sup> front als vora 350 m<sup>2</sup> de l'edifici 2 del barri perifèric. Aquest barri es configura amb un seguit de recintes adossats els uns als altres i els quals s'alineen al voltant d'un mur corregut que actuaria com a paret del darrere de tots ells. Aquestes cases disposades a banda i banda del mur s'obren, per tant, al carrer anteriorment esmentat i a un altre carrer o una possible zona oberta.

Tot sembla indicar que un moment inicial es divideix l'espai amb una sèrie de blocs regulars o lots, que correspondrien a un determinat nucli familiar. Seria aquest el cas del bloc 1 format pels recintes 54, 89, 90 i 129. El bloc 2 es trobaria format pels recintes 92, 93, 94 i 95, i separat de l'anterior pel recinte 91. Un tercer bloc seria el format pels recintes 55, 56, 57 que presenta una morfologia i una distribució de l'espai idèntica a la del bloc 1, i del qual només ens podrem fixar amb la seva planta general ja que aquest recinte no ha estat encara excavada arqueològicament, i per tant, reservem la interpretació final dels resultats a la ulterior contrastació arqueològica. Així mateix un quart bloc seria el format pels recintes 108 i 109, situats a l'est del bloc 2 compartint paret mitgera amb aquest i amb una superfície i distribució interna idèntica a la resta.



Figura 63. Vista superior del barri interior on s'aprecien el bloc 1 a l'esquerra i el bloc 2 a la dreta (fotografia cedida per David Asensio).

Cronològicament, en un primer moment es distribuiria una superfície total que seria la que s'atorgarà a cada comunitat, conformant un recinte rectangular que posteriorment serà modificat adaptant-se a les necessitats intrínseques de cada nucli familiar. En aquest sentit, la principal regularitat la trobem als blocs 1 i 3 amb una distribució de l'hàbitat en dos estances de planta rectangular allargada precedides per una avantsala rectangular transversal també allargada. El bloc 2 presenta una distribució interna diferent, amb una major subdivisió interna que sembla respondria a unes necessitats funcionals diferents. Al bloc 4 l'arrasament dels murs no ens permet pel moment definir una adscripció concreta a qualsevol d'aquestes dues solucions constructives (fig. 63).

La presa de mesures al camp de les estructures del barri intern ha proporcionat un volum de dades interessant. Hem observat que l'amplada dels murs és pràcticament una constant al llarg dels recintes que hem estudiat, el que per altra part és també característic del conjunt d'estances excavades a l'assentament. Als blocs 1 i 2 la suma d'aquests valors presenta una constant d'aproximadament 0,32 m (fig. 104), amb una petita diferència entre els murs interiors i els exteriors, que presenten una amplada un xic més gran (0,35-0,36 m) el que pot remetre també al fet de servir de murs de

delimitació de l'hàbitat i haver estat aixecats en un moment inicial de la construcció d'aquest sector.

El bloc 1 presenta una superfície total aproximada de 70 m<sup>2</sup> i presenta una distribució interna de l'hàbitat idèntica al bloc 3, amb el qual comparteix paret mitgera. Morfològicament també té punts en comú amb l'edifici 4, en tant que es troba articulat a partir d'una estança transversal allargada (recinte 90-129) que dóna accés a dues estances longitudinals (recinte 54 i recinte 89). Les seves mesures exteriors són de 10,57 m de llargada i 6,55 m d'amplada (fig. 64). La divisió entre aquestes dues mesures dóna un valor proper a 1,6 característic de la proporció àuria, que pot ser expressat també mitjançant una relació 8 a 5. Si apliquem aquesta aproximació obtenim un possible mòdul constructiu de 1,31 a 1,32 m, que es pot correspondre amb quatre unitats de 0,32 m. D'aquesta manera obtindríem una planta general de 20 peus d'amplada per 32 peus de llargada (fig. 65).

En aquest espai ha estat possible distingir dues fases constructives, fet escassament documentat a la resta de l'assentament, i que correspondrien a una redistribució funcional de l'hàbitat. Cronològicament la diferenciació entre aquestes dues fases és molt minsa, i per tant, caldria emmarcar-les dintre de la fase central de configuració urbanística general de tot el poblat.

Bloc 1	Mesura en m	Número de peus	Valor del peu
Llargada total N-S	10,57 m	32	0,33 m
Amplada total E-O	6,55 m	20	0,327 m
Amplada R-89	3,22 m	10	0,322 m
Amplada R-54	3,87	12	0,322 m

Figura 64. Mides en m dels principals recintes del bloc 1 i hipotètica restitució en peus.

El bloc 2 presenta unes dimensions totals una mica superiors, aproximadament 75 m<sup>2</sup> i presenta una separació interna de l'hàbitat en quatre estances rectangulars allargades (recintes 92, 93, 94 i 95). Tal i com es va poder documentar al bloc 1, en aquesta casa es poden documentar dues fases constructives de reestructuració interna de l'habitatge. En un primer moment s'aixecarien els murs perimetrals delimitant la superfície útil disponible. En un segon moment, el qual podria estar separat del primer moment per molt poc marge de diferència, aquest espai restaria



dividit amb les dues estances, ja que serà en aquest curt espai de temps quan s'aixecaran els murs interiors.

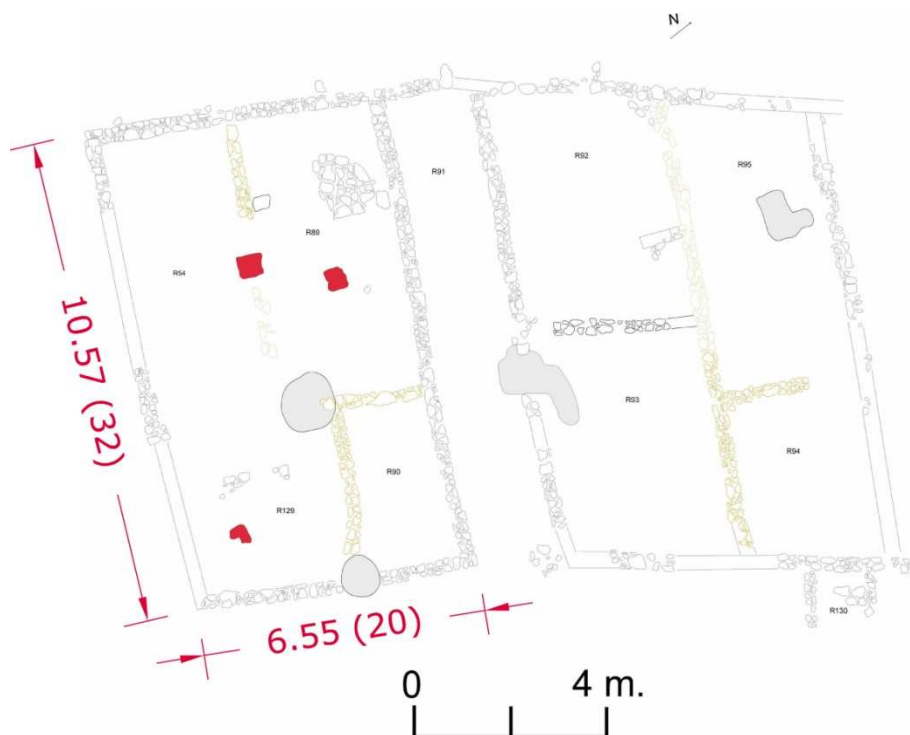


Figura 65. Planta dels blocs 1 i 2, amb la seva indicació en m i probable restitució mètrica.

En resum, sembla clara l'existència d'un plantejament urbanístic i constructiu des de l'origen de l'assentament, i que inclou tant el sistema defensiu com la configuració interna de l'hàbitat. La disposició interna mostra, per tant, una tendència a la regularitat en la distribució de les cases, seguint un model bàsic que serà adaptat en major o menor mesura i que serà reflex de la forta jerarquia dintre de l'assentament. Altre fet destacat i definitori de la planificació racional prèvia del poblat serà la definició clara dels espais de circulació, d'amplada suficient per al transport de mercaderies i vehicles, que sens dubte contribueix a regularitzar la trama interna i marca la configuració urbanística general del poblat. En aquest cas, la seva distribució espacial amb carrers axials es condicionada per la topografia de la plataforma, i al mateix temps per l'adaptació de la societat indígena al creixement demogràfic que porta a rendibilitzar al màxim l'espai disponible, seguint una distribució en lots.

El repartiment de la superfície corresponent a cada nucli familiar per a la seva distribució és l'altre fet característic de l'assentament del Castellet de Banyoles, que demostra la planificació prèvia del poblat (fig. 66). D'aquesta manera, s'aprecia la intenció d'adaptar un sistema modular homogeni a tot el poblat, incloent tant la trama urbana com el sistema defensiu.

<b>Mur</b>	<b>Bloc</b>	<b>Recinte</b>	<b>Mesura</b>
<b>MR 563</b>	1-2	54, 89, 91, 92, 95	0,35 m
<b>MR 562</b>	1	89, 90, 91	0,32 m
<b>MR 560</b>	1	89, 90	0,32 m
<b>MR 561</b>	1	90, 129	0,36 m
<b>MR 564</b>	1	91, 92, 93	0,32 m
<b>MR 569</b>	2	92, 93, 95, 94	0,34 m
<b>MR 572</b>	2	95, 94	0,32 m
<b>MR 566</b>	2	93, 94	0,33 m
<b>MR 571</b>	2	95, 94	0,28 m
<b>MR 567</b>	2	92, 93	0,33 m
<b>MR 607</b>	2	129, 90	0,33 m
<b>Mitjana</b>			0,327 m

Figura 66. Amplada dels murs dels blocs 1 i 2, amb un valor aproximat d'un peu.

#### 4.2.2 Arquitectura defensiva

##### 4.2.2.1 Mas Castellar (Pontós, Alt Empordà)

El jaciment ibèric de Mas Castellar de Pontós s'assenta sobre un petit altiplà que dista només 20 quilòmetres de les colònies gregues d'Empúries i Roses. Les excavacions portades a terme per Enriqueta Pons i el seu equip del Museu d'Arqueologia de Catalunya - Girona des del 1990 han permès definir la configuració d'aquest assentament (Pons 2002). Definit originàriament com a camp de sitges les darreres excavacions han mostrat un establiment amb dues fases ben diferenciades: la primera correspon a un poblat fortificat datat pels seus excavadors entre el 450 i el 375 aC; i la segona fase correspon a un establiment rural datat al darrer terç del segle III aC, i que va tenir una curta durada, essent abandonat entre el 180 i el 170 aC (Pons *et al.* 2005).



Figura 67. Vista de la torre defensiva del Mas Castellar de Pontós.

La nostra recerca s'ha centrat en la torre rectangular corresponent al període IIIa1 del jaciment, quan es basteix aquesta estructura amb una datació de la primera meitat del segle V aC. Aquesta torre defensa l'entrada principal de l'assentament, actualment en curs d'excavació, i es caracteritza per ser una de les més complexes de l'àrea ibèrica catalana (fig. 67). L'accés es compon d'una rampa amb un desnivell de tres metres i on es disposen dues portes, a les quals se situarien uns cossos de guàrdia (Pons, Asensio 2009, 272). La torre s'aixeca sobre grans carreus ben escairats i de grans

dimensions, a més d'estar falcada per pedres petites als fonaments, reforçant especialment els angles.

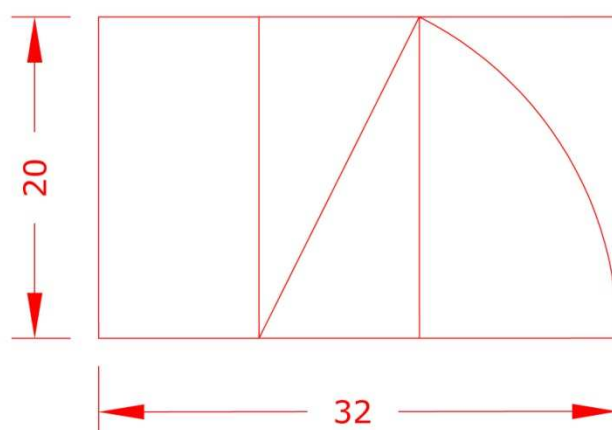
D'aquesta manera es delimita una estructura rectangular de 7,05 m al costat curt per 11,41 m al costat llarg. Aquestes mesures mostren una extraordinària coherència a nivell geomètric, ja que la divisió de tots dos costats proporciona un valor de 1,618 coincident exactament amb el número auri. Encaixen, doncs, perfectament, amb un rectangle de secció àuria (1,613 per 1,618 que correspondria al número auri). Com hem vist anteriorment en el cas de la fortificació emporitana, aquest rectangle auri es pot descompondre aplicant la seqüència *de Fibonacci*, per la qual cada número és la suma dels dos anteriors i és mitjana proporcional entre l'anterior i el següent, de manera que s'estableix una progressió en raó àuria, ja que el límit de qualsevol d'aquestes sèries és la raó àuria (1,618033989).

Seguint així l'esmentada sèrie podem proposar dues hipotètiques restitucions modulars. Així, agafant una seriació en base 4 tindríem una progressió geomètrica 4,8,12,20,32... Si apliquem el patró 20 al costat curt i el patró 32 al costat llarg de la torre obtenim exactament un mòdul de 0,35 m. Per altra part, si considerem una seriació en base 5 obtindríem una progressió geomètrica 5, 10, 15, 25, 40; així, si apliquem el patró 25 al costat curt i el patró 40 al costat llarg ens dona un mòdul resultant de 0,28-0,285 m (fig. 68).

Mas Castellar	mesura	peu curt		peu llarg	
	en m	número	valor	número	valor
Amplada torre	7,07	25	0,282 m	20	0,353 m
	11,41	40	0,285 m	32	0,356 m
Llargada torre					

Figura 68. Mesures de la torre defensiva del Mas Castellar i restitució modular.

El procés constructiu s'inicia amb el plantejament d'un quadrat de 20 peus de costat, a partir del qual s'obté un rectangle proporcionat seguint la relació àuria, que pot esser construït emprant com a radi d'un cercle la diagonal del quadrat des del seu punt central (fig. 69).



146

#### 4.2.2.2 Puig de Sant Andreu (Ullastret, Baix Empordà)

L'*oppidum* s'assenta sobre un turó triangular amb domini sobre una zona d'aiguamolls i distant només 15 km de la colònia grega d'Empúries. El poblat ha estat excavat des del 1947, destapant-se la fortificació ibèrica septentrional més complexa, així com tres temples que es varen construir successivament entre els segles IV i II aC. Les seves dimensions i la seva complexitat urbanística han portat a considerar-lo com un vertader nucli de primer ordre dintre del context ibèric català .

Les excavacions portades a terme des del Museu d'Arqueologia de Catalunya en els darrers quinze anys han permès definir les diferents fases de l'assentament i del seu sistema defensiu (Martín *et al.* 1997; Martín 2000; Casas *et al.* 2002; Martín *et al.*, 2004) (fig. 71).

La primera fase documentada se situa en el segle VII aC i correspon a diverses cabanes del primer ferro. El primer recinte fortificat emmarcaria la part alta del turó i es data a finals del segle VI aC; posteriorment, en un moment indeterminat entre els segles V i IV aC, l'*oppidum* veurà ampliada enormement la seva superfície cap a l'est amb una superfície aproximada de 10 hectàrees, i realitzant-se, per tant, un nou tancament del sistema emmurallat. A aquest moment corresponen també les principals reformes urbanístiques del poblat, amb l'edificació de cases de grans dimensions organitzades al voltant de patis. Aquest serà el moment constructiu on centrarem especialment la nostra recerca. Finalment l'assentament serà abandonat a finals del segle III aC, fruit dels esdeveniments relacionats amb la segona guerra púnica i la repressió de Cató.

La fortificació de l'assentament indiketa és possiblement la més complexa dintre del món ibèric català, el que s'explica per la seva proximitat a la colònia grega d'Empúries.

El recinte fortificat es data entre els segles VI i IV aC, i es objecte de constants reformes adaptant-se a la disposició del terreny i a les necessitats constants de mantenir aquesta construcció emblemàtica per la comunitat. El primer sistema defensiu es compon per vuit torres circulars (fig. 70), de les quals una va ser enderrocada i en el seu lloc es col·loca posteriorment una torre quadrangular bipartida durant el segle III aC; les torres es disposen seguint uns llenços de muralla regulars, tal i com veurem posteriorment. Aquest primer recinte defensiu delimita un recinte de menors dimensions que l'actualment conservat, on les darreres excavacions també



han permès definir una part del mur de tanca posterior, i delimitant tres possibles entrades situades al costat nord i a l'occidental.

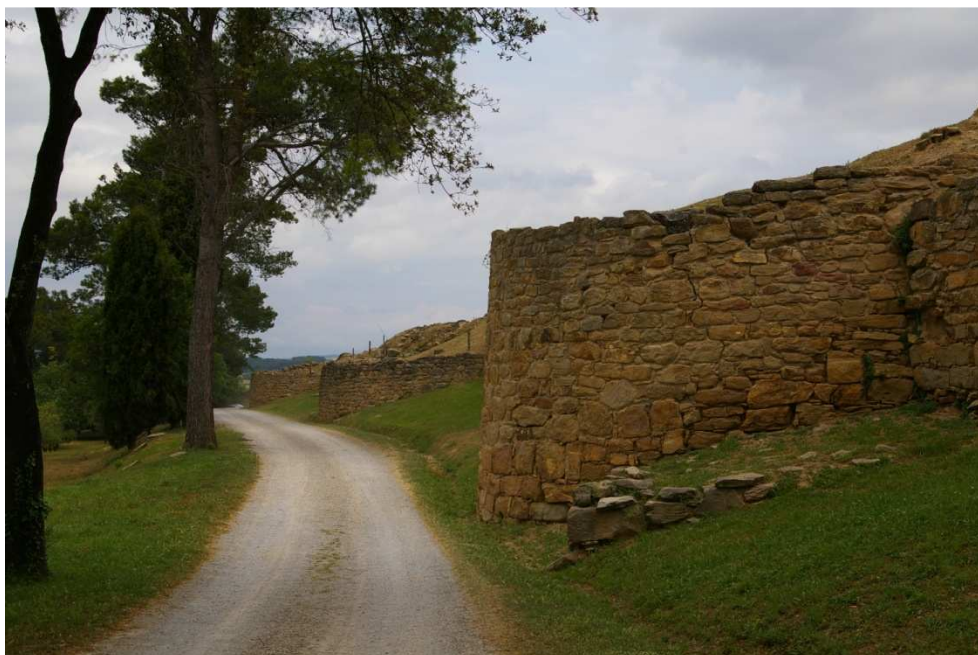


Figura 70. Vista de les torres circulars corresponents al sistema defensiu del Puig de Sant Andreu d'Ullastret.

En un segon moment constructiu l'assentament veurà augmentada considerablement la seva extensió, amb l'ampliació cap a l'est i cap al nord de l'espai fins a configurar l'aspecte actual. A aquest moment (segle IV aC) correspon la zona de l'istme on es col·loca una torre quadrangular bipartida, i cap al sud-est s'habilita una nova porta i una torre rectangular. Dintre d'aquest moment constructiu cal situar també la disposició en zig-zag de la muralla, que cal entendre com una solució constructiva per assegurar l'estabilitat del sistema defensiu, més que com un préstec poliorcètic mediterrani.

El primer i, per ara, únic estudi metrològic aplicat al jaciment correspon a P. Moret, com hem esmentat anteriorment. Aquest investigador va adonar-se de la successió regular de la cortina i de les torres, seguint la tesi de M. Oliva, que ja indicava que les cortines entre les torres mesuraven totes entre 28 i 29 m. Juntament amb el diàmetre de les torres, aquest autor va proposar que tots aquests conjunts estarien basats en un mòdul bàsic de 4,74 m, que es correspondria amb l'amplada interior de la torre III com a unitat menor, i el qual es repeteix constantment conformant, per exemple, el diàmetre de les torres circulars, que equival a dos mòduls, o les cortines de separació

de les torres circulars, que equivalen a sis mòduls (Moret 1998, 85; Moret 2002, 197)<sup>72</sup>. D'aquesta manera, el propi autor ja esmenta la dificultat de calcular un mòdul, a partir de la limitació de la documentació gràfica. En darrera instància, es va proposar l'ús d'un peu de 0,296 m multiplicat per 15, o bé d'un peu d'aproximadament 0,316 m multiplicat per 16. Segons aquesta proposta, la modulació afectaria a tot el conjunt defensiu, en les seves diferents etapes constructives, ja que com hem esmentat el gruix de la fortificació no es va bastir d'un sol cop.

La nostra proposta de restitució metrològica segueix un esquema similar al proposat anteriorment, separant els dos principals moments constructius. En aquest cas el nostre treball s'ha basat en les darreres planimetries disponibles, i en especial en les mesures preses *in situ* dels diferents trams de la primera fortificació<sup>73</sup>.

Tal i com ha estat apuntat, l'amplada dels diferents trams de llenç de muralla presenta una homogeneïtat força considerable, el que ens porta a considerar que tot aquest conjunt va ser bastit seguint un clar esquema constructiu previ, adaptant-se al territori, i mostrant un clar plantejament arquitectònic racional.

Seguint les mides recollides al camp<sup>74</sup>, les dimensions dels diferents trams del llenç de la muralla són: tram A: 29,50 m; tram B 29,45 m; tram C 29,58 m; tram D 28,56 m; i tram E 27,05 m (fig. 72).

Com s'observa, les dimensions dels llenços són considerablement regulars, especialment les corresponents als tres primers trams. La diferència més gran entre els dos darrers trams de la fortificació sembla respondre a la reforma que es produeix per col·locar la torre quadrangular, que probablement modificaria en certa mesura les dimensions inicials.

Aquesta uniformitat de les mesures respon de forma bastant clara a un mòdul constructiu d'un peu de 0,296 m. Així, la diferència entre les mesures del Puig de Sant

---

72 Així mateix, aquesta proposta va ser efectuada també dintre de l'assentament en l'anomenada zona 14, on es repetiria el mateix plantejament constructiu que al sistema defensiu. En el nostre cas hem descartat plantejar estudis metrològics a l'interior de l'assentament, ja que es tracta d'una zona que es troba encara en curs d'excavació.

73 Agraïm molt especialment a Aurora Martín (Museu d'Arqueologia de Catalunya-Ullastret) la consulta de tot aquest material. Així mateix, vull donar les gràcies a Ferran Codina, i en especial a Gabriel de Prado pels seus comentaris sobre l'arquitectura i les tècniques constructives del poblat, així com per la possibilitat de consultar el seu treball de recerca.

74 Per a la definició modular dels diferents trams hem considerat més oportú desestimar les planimetries, ja que la diferència entre ambdues mesures és bastant considerable, degut a la suma de petits errors que proporciona haver de treballar amb una escala de grans dimensions.



Andreu respecte a aquest patró de mesures són considerablement minses i, en el cas del tram comprés entre les torres 3 i 4, la seva dimensió coincideix exactament amb aquest mòdul. Al mateix temps, l'ús d'un peu de 0,296 m. implica que cada tram del sistema defensiu hauria tingut una longitud de 100 peus (29,6 m). Aquesta mesura de longitud és correspon amb el *plethron*, l'ús del qual a l'antiguitat ja l'hem vist reflectit al capítol de la metrologia grega (cap. 3), així com en determinats assentaments fenicis occidentals com Olbia o Cartago.

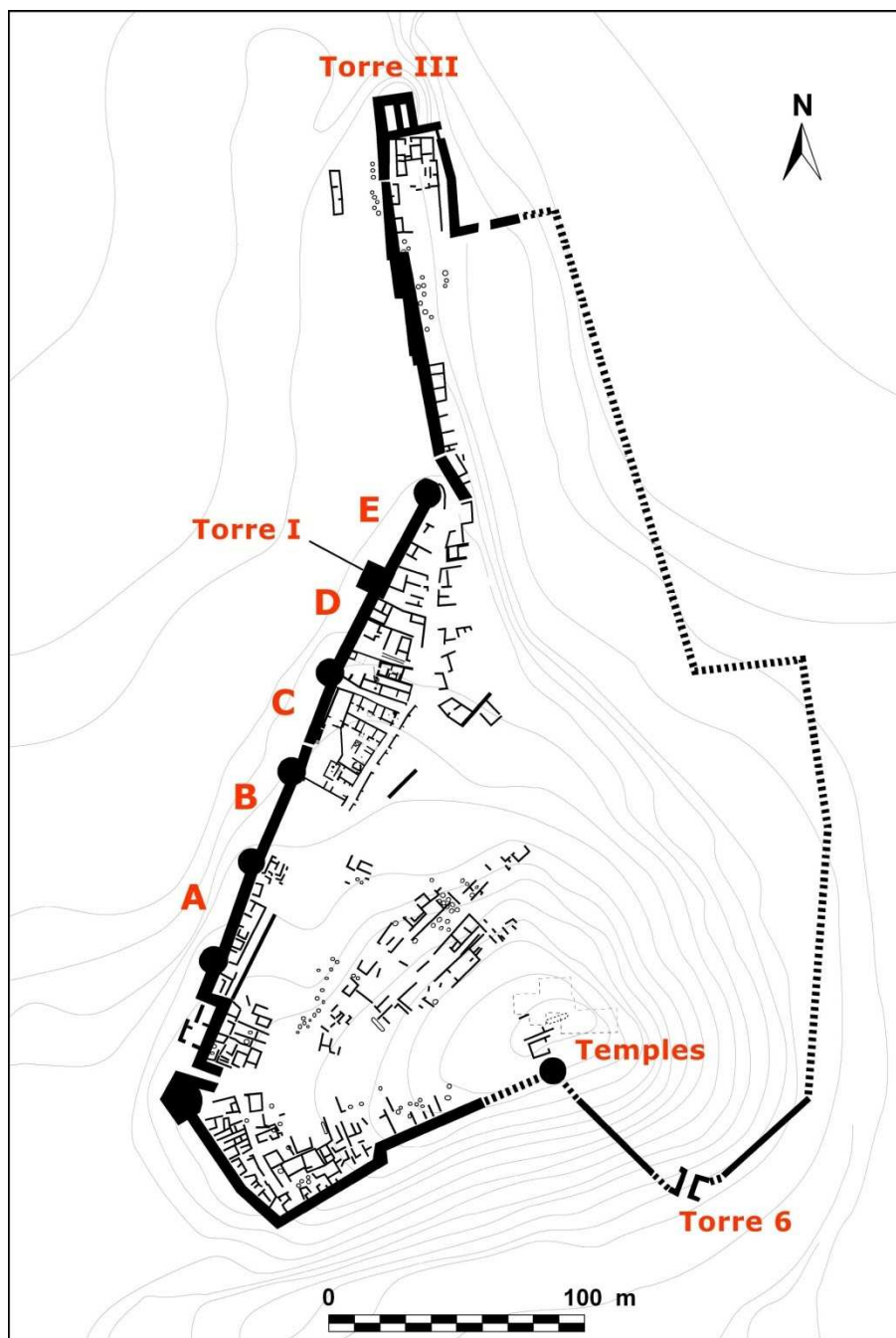


Figura 71. Planta general de l'oppidum del Puig de Sant Andreu d'Ullastret (modificada a partir de De Prado, 2006) amb indicació dels diferents trams de muralla (A-E), la torre 6 i les torres I i III.

Tram	Amplada	<i>Plethron</i> (100 peus)	Desviació
A	29,50 m	- 0,10 m	0,4%
B	29,45 m	- 0,15 m	0,6%
C	29,58 m	- 0,02 m	0,1%
D	28,56 m	- 1,04 m	3,6%
E	27,05 m	- 2,55 m	8,7%

Figura 72. Amplada en m del llenç de muralla entre les torres del primer sistema defensiu i desviació respecte al plethron.

Les torres circulars corresponents a aquesta primera fortificació presenten una escassa variabilitat en el seu diàmetre. L'amplada varia de manera constant entre els 9,36 m de la torre 3, i els 10,02 m de la torre 5, amb una mitjana aritmètica de 9,62 m (fig. 73). D'aquest càlcul hem exclòs la torre 6 que presenta un diàmetre considerablement superior (13 m), ja que aquesta torre està folrada i reforçada, probablement perquè defensa l'entrada principal al poblat. Contrastant les mesures retrobades amb la modulació retrobada al llenç de la muralla es pot proposar una restitució metrològica aproximada; així, el diàmetre pot correspondre amb una modulació de 32-34 peus de 0,296 m (9,47-10,06 m), del que es desprendria un radi - que és el que realment serviria de patró constructiu - de 16 o 17 peus (4,735-5,03 m), o potser algun subdivisió d'aquesta modulació.

La problemàtica de la possible modulació de les torres circulars ibèriques ha estat reflectida recentment per P. Moret (Moret 2006c, 205). Així es comparaven les torres circulars característiques del primer ferro, cas de Tossal Montañés (Valdeltormo), Coll del Moro (Gandesa), La Guàrdia (Alcorisa), El Calvari (Vilalba dels Arcs) o El Palao (Alcañiz) amb les torres circulars del Puig de Sant Andreu, i es proposava una afinitat mètrica de totes aquestes construccions ja que tots els casos es mouen entre els 9 i els 10 m de diàmetre. En tot cas, aquesta atribució és al nostre parer complicada: tret de la semblança en el diàmetre de les torres, la resta d'elements semblen indicar uns considerables tres diferencials. En primer lloc, existeix una diferència cronològica entre aquestes construccions d'aproximadament dos segles; a més constructivament mentre

que les torres del primer ferro com la del Coll del Moro es construeixen amb pedra poc treballada i realitzant aproximació de filades, al Puig de Sant Andreu són construccions massisses amb pedra ben escairada. Així sembla que aquesta afinitat constructiva es pot relacionar amb unes necessitats merament funcionals constructives, més que perquè s'estigui emprant un mateix mòdul. D'aquesta manera, com esmenta J. P. Adam, el pla curvilini és una construcció més espontània que el pla quadrat (Adam 1982, 46). Així les fortificacions de l'edat del bronze solen estar flanquejades per torres circulars, per tant, la torre rodona ibèrica derivaria culturalment d'aquestes construccions antigues (Moret 1996, 204). En el cas del Puig de Sant Andreu les torres circulars semblen indicar una barreja d'arcaisme en la concepció de la construcció, refermat pel fet que en moments posteriors aquestes són substituïdes per torres quadrangulars, però al mateix temps mostren una evolució de la tècnica en comparació a les torres característiques de l'edat del bronze i la primera edat del ferro.

	Diàmetre	Radi
Torre 1	10 m	5 m
Torre 2	9,60 m	4,8 m
Torre 3	9,36 m	4,68 m
Torre 4	9,78 m	4,89 m
Torre 5	10,02 m	5,01 m
Torre 6	13 m	6,05 m
Torre 7	9 m	4,5 m

Figura 73. Diàmetre de les torres circulars del primer sistema defensiu.

Pel que respecta a les torres bipartides del Puig de Sant Andreu caldria situar-les en contextos diferents, ja que corresponen a dos moments constructius diferents. Per una part, la torre III va ser bastida durant el segle IV aC coincidint amb la reforma de la zona de l'Istme, d'aquí que a priori sigui la més important per la nostra recerca. La torre I va ser construïda per tal de substituir a una antiga torre circular pertanyent al primer sistema defensiu que va caure en desús i, per tant, les seves mides generals estan condicionades per l'espai pertanyent a la construcció antiga, tant per la seva part interna com la seva part frontal, ja que ha d'estar alineada amb la resta de torres per

tal de no provocar problemes de flanqueig. Aquest fet fa que en la torre no hagi estat possible l'aplicació de sistemes regulars de proporció, ja que, a diferència de la resta de construccions similars, no es tracta d'una construcció aïllada a la qual s'adossa la resta del sistema defensiu. Un dels fenòmens més interessants del sistema defensiu del Puig de Sant Andreu és la substitució de les torres rodones característiques del primer sistema defensiu per les torres de tendència quadrangular i bipartida, característiques del segon moment constructiu. Aquest canvi de solució constructiva contrasta amb les altres torres bipartides ibèriques datades en un moment anterior (segle V aC), i la seva construcció remetria, per tant, més probablement a una concepció d'herència grega, ja que com hem esmentat és en aquest moment quan aquest tipus de construccions s'estandarditzen i es difonen en el context grec.



Figura 74. Vista superior de la porta 6 i la torre IV a mà esquerra.

Metrològicament, l'element pertanyent a aquest segon moment constructiu on hem pogut plantejar una restitució mètrica és la torre IV corresponent a la porta 6 (De Prado 2009, 342) (fig. 74). Aquesta torre amida exteriorment 9,5 per 7 m<sup>75</sup>, amb una amplada

---

75 En treballs anteriors cf. Olmos 2009, 60, plantejàvem unes mesures de la torre de 7,9 per 5,6 m, idèntiques a la torre Y-Z d'Alorda Park i, per tant, amb la mateixa unitat de mesura. El recent reestudi de la torre ha permès comprovar com aquestes mesures no són correctes i s'ha de canviar considerablement la restitució anterior proposada. Hem d'agrair novament a Gabriel de Prado la seva amabilitat i la comprovació d'aquestes mesures.

mitjana dels murs de 1,45 metres (fig. 75). La divisió entre tots dos costats de la torre proporciona un valor de 1,357, el que es podria aproximar a una relació 4 a 3 dels dos costats (1,33), plantejant, per tant, un rectangle construït a partir de la relació pitagòrica 3-4-5, per la qual la suma del quadrat dels catets és igual al quadrat de la hipotenusa ( $a^2 + b^2 = c^2$ ) ( $49 + 90,25 = 139,25$ ). Tal i com veurem posteriorment, es tracta d'una de les formes més senzilles de plantejar una construcció rectangular, mitjançant l'ajuda de cordes, estakes i escaires. Així, si dividim els costats seguint aquesta aproximació podem obtenir uns valors als costats de 2,37 i 2,33, amb un valor de mitjana de 2,35. Mitjançant aquests valors plantejem la utilització d'una unitat de mesura aproximada d'un peu de 0,294 m, que correspon a 8 vegades aquest valor (2,352). D'aquesta manera, es pot obtenir un rectangle aproximat de 24 per 32 peus, amb una hipotenusa aproximada de 40 peus. Així mateix, l'amplada dels murs es pot correspondre amb una mesura de 5 peus (1,47 m).

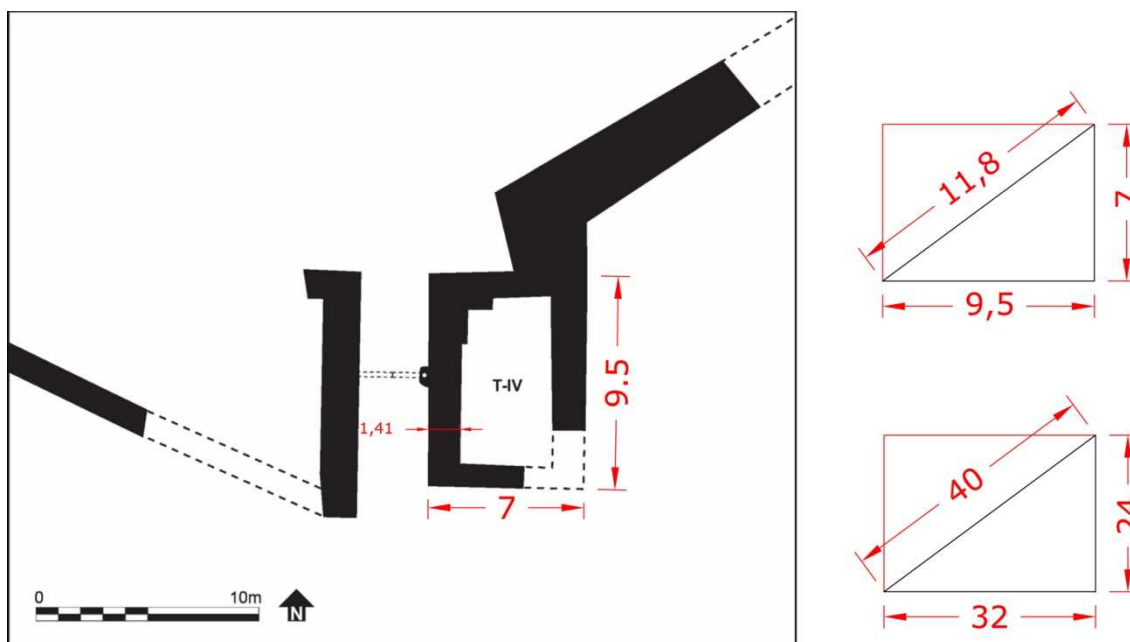


Figura 75. Planta de la torre IV amb indicació de les principals mesures en m (modificat a partir de De Prado 2009, 343), restitució a partir d'una aproximació 3-4-5 (superior dreta) i planta de la torre expressada en peus de 0,295 m (inferior dreta).

Podem observar, per tant, una continuïtat en el sistema de mesures basat en el peu de 0,295 m que hem pogut identificar en el sistema defensiu del segle VI-V aC. Així amb les restes disponibles podem plantejar que tot el sistema defensiu, almenys fins al segle IV aC, es va plantejar a partir d'una mateixa unitat de mesura, sense diferenciació cronològica.

L'atribució d'un plantejament metrològic per a la torre III, datada en aquest mateix moment constructiu, resulta una mica més problemàtica. Per una part, a diferència del

que hem observat a la torre d'Alorda Park, i en d'altres del context ibèric, en aquesta no apreciem cap de les solucions de reconstrucció geomètrica que hem anat apreciament. En aquest cas sembla que les mesures de la torre estan condicionades per l'espai preexistent, ja que s'ha d'adaptar, per una part, al mur de tanca de l'istme i a l'escala a la qual s'adossa, i per altra part a l'amplada de l'istme que en aquest punt es fa més estret considerablement. Les mesures exteriors de la torre III són 13,4-13,1 m a la cara externa per 11,5 m de costat (De Prado 2006, 61). D'aquesta manera, si atenem a la restitució mètrica identificada a la resta del sistema defensiu es pot proposar una restitució mètrica modular de 45 peus (13,275 m), per la vessant frontal i interna, i 39 peus (11,505 m).



#### 4.2.2.3 Montbarbat (Lloret de Mar, La Selva)

El poblat ibèric de Montbarbat se situa al cim de la muntanya del mateix nom, pertanyent a la Serralada litoral catalana, amb una alçada de 311 m sobre el nivell del mar. Les excavacions portades a terme per la Universitat de Barcelona des de 1978, i de manera continuada fins al 2002 han permès definir la pràctica totalitat de l'assentament, amb una superfície aproximada de 5000 m<sup>2</sup>. La datació del conjunt es proposa entre el segon quart del segle IV aC i la primera meitat del segle III aC, quan el poblat es abandonat.

El sistema defensiu del poblat es compon d'una muralla simple formada per un doble parament de maçoneria, i un farciment intern de pedra petita (Negre, Vilà 1991, 274). Aquest mur de delimitació s'assenta directament sobre la roca natural, però la topografia del turó fa que en algunes parts la muralla hagi de ser reforçada per una banquetta de pedra que sobresurt uns 20 centímetres cap a l'exterior. La defensa del poblat es completa per una torre rectangular que protegeix l'entrada pel vessant occidental (fig. 76), aquesta s'adossa al mur defensiu i sembla que la seva construcció no s'ha de situar dintre de la planificació inicial del conjunt, sinó en un moment posterior, la cronologia del qual no ha pogut ser precisada (Vilà 1996, 47). Fins el moment aquesta és l'única torre excavada en la seva totalitat, tot i que s'apunta a que podria existir una segona torre que tanqués el sistema defensiu (Negre i Vilà 1991, 277).



Figura 76. Vista exterior de la torre 1 de Montbarbat.

Morfològicament la torre es basteix amb pedra granítica local lleugerament escairada, disposada sense fonaments directament sobre el terreny natural, i travada amb pedres més petites. Durant l'excavació es van documentar quatre basaments que podrien servir per sostenir un segon pis, aixecat probablement amb terra.

L'anàlisi metrològica i geomètrica de l'assentament s'ha centrat en la torre 1. Aquesta construcció amida exteriorment 7,75 m de llargada total, per 3,80 m d'amplada sobresortint de la línia de muralla, delimitant una àrea d'aproximadament 30 m<sup>2</sup>. L'amplada mitjana dels murs de la torres i de la muralla és de 1,20 m. La comunicació de la torre amb el poblat es fa a través d'una porta de 1,10 m de llum. Una primera aproximació a les mesures generals de la torre ens mostra un plantejament constructiu basat en una senzilla proporció 1:2, on el costat curt de la torre representa pràcticament la meitat de la llargada total. Aquesta proporció presenta la problemàtica de la interpretació del mòdul amb què hauria estat edificada la construcció, ja que les possibles opcions són més àmplies que amb altres sistemes de proporció. La nostra proposta s'ha basat en la recerca d'un mòdul que pugui ser aplicable tant al rectangle general com a l'amplada dels murs conservats. A més, hem intentat buscar una unitat modular sencera, amb la voluntat d'evitar, en la mesura de les nostres possibilitats, l'ús de números fraccionaris. Amb aquestes premisses hem proposat un rectangle basat en l'addició de dos quadrats de 12 peus de 0,31-0,315 m de costat, amb el resultant rectangle de 24 o 25 peus de llargada (fig. 77). Així mateix, els murs tindrien una amplada uniforme d'aproximadament 4 peus.

La restitució que hem proposat ens està indicant l'ús de la braça o vara de 6 peus com element regulador del sistema defensiu. Aquesta eina de mesurar l'hem pogut identificar també en assentaments ibèrics com la Ciutadella ibèrica d'Alorda Park de Calafell, el Turó del Montgròs o el poblat ibèric de Sant Josep de la Vall d'Uixó, juntament amb el seu ús a les colònies gregues de la Mediterrània occidental, des d'on aquest sistema de mesures podria haver estat exportat al món ibèric, juntament amb les projeccions geomètriques. Pel que respecta aquest sistema de proporcions, hem apreciat la seva utilització en els sistemes defensius dels assentaments del Turó del Montgròs i el Casol de Puigcastellet. L'addició de dos mòduls quadrangulars es pot considerar com un dels sistemes més senzills per tal de plantejar solucions rectangulars. A diferència del que ocorre als assentaments anteriorment esmentats, en aquest cas es disposa una torre defensiva buida, però que hauria estat construïda fent servir, probablement, tant el mateix patró metrològic, el peu de 0,315 m, com el mateix sistema de mesures, com és la braça de sis peus emprada al Turó del Montgròs.



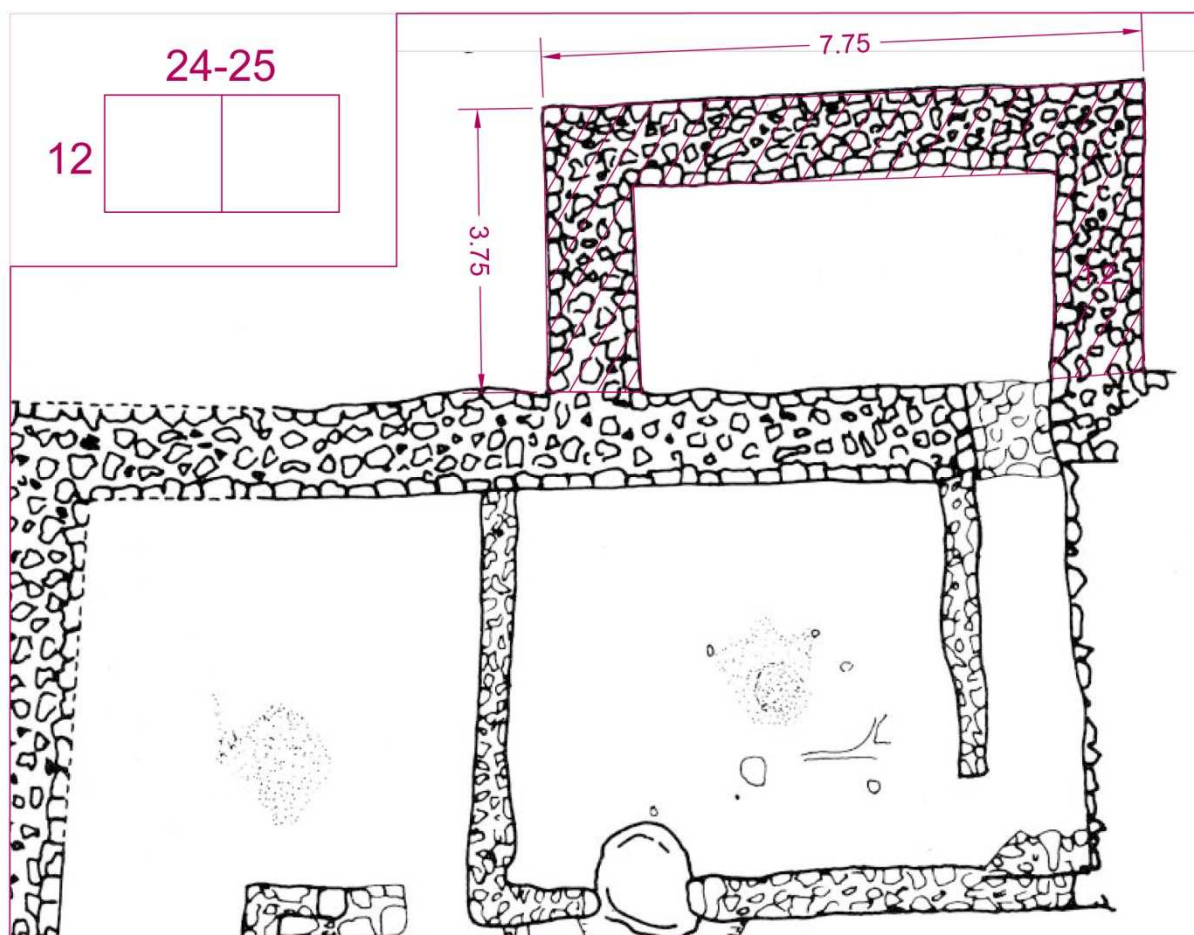


Figura 77. Planta de la torre defensiva de Montbarbat, amb indicació de les dimensions en m i en el costat superior esquerre, restitució geomètrica segons un doble quadrat de 12 peus de costat.

#### 4.2.2.4 Casol de Puigcastellet (Folgueroles, Osona)

La fortificació ibèrica del Casol de Puigcastellet se situa en un esperó del riu Ter, i es conforma per una torre avançada de planta rectangular situada en posició central, darrere la qual s'obren un total de deu recintes de plantes quadrades. La construcció d'aquest recinte es data en el darrer terç del segle III aC, en un moment d'incertesa previ a la segona guerra púnica i el desembarcament dels romans a Empúries.

El seu model constructiu s'ha posat en relació amb la fortificació del Turó del Montgròs a la propera població del Brull. Així, autors com P. Moret esmenten com ens trobaríem davant d'un mateix pla constructiu, tot i que aquí amb una aplicació diferent (Moret 2002, 202). En aquesta ocasió, la torre apareix en un lloc central sense la capacitat de defensa de la porta com sí que s'aprecia a la fortificació del Brull, en aquest cas, la disposició centrada respon a una voluntat de control major del territori (fig. 78). Així mateix, la seva funcionalitat com casamates o muralla de compartiments és segons la nostra opinió força discutible, i caldria apuntar més cap a una funcionalitat domèstica d'aquests àmbits (Molas *et al.* 1988, 117), tal i com reflecteix la cultura material recuperada, que no es pot associar en cap moment amb una guarnició militar. A més a més, els àmbits més septentrionals funcionen de manera conjunta i s'obren a un pati empedrat (Molas *et al.* 1991, 247), el que indica una voluntat d'agrupació domèstica.

La primera interpretació metrològica d'aquest sistema defensiu va ser efectuada per P. Moret (Moret 1998, 88; Moret 2002, 202). Aquesta anàlisi determina l'existència d'un mòdul de 1,26 m que es repeteix constantment a tota la construcció, i que es correspon amb dos cops el gruix la muralla, i quatre vegades l'amplada de cada cambra. A més, l'amplada total de la muralla es correspondria amb cinc vegades l'amplada de la torre. Segons aquest investigador el mòdul proposat es correspon amb un peu aproximat de 0,314 m. En segona instància, ha estat proposat també el plantejament geomètric regulador de la torre i les estances, que s'haurien emmarcat dintre d'un rectangle de proporció  $\sqrt{2}$  (Moret 2002, 203).

La nostra recerca ha seguit la línia proposada anteriorment, però creiem que caldria modificar el mòdul constructiu i el plantejament arquitectònic. En primer lloc i pel que respecta a la torre defensiva, aquesta presenta unes mesures generals de 12,2 m d'amplada per 6,3 m de llargada aproximada. Aquestes mesures ens porten a plantejar una restitució geomètrica més propera a la relació 1:2 (1,93), que no pas a la proporció de  $\sqrt{2}$  definida anteriorment. El problema és que la proposta de l'investigador

francès va definir la torre com un element exempt al qual se li adossa la muralla, fet que no és així ja que l'observació directa d'aquesta estructura prova com el sistema defensiu va ser bastit en diferents moments constructius. Així hem pogut apreciar com en un primer moment seria bastit el llenç de muralla que, a la zona immediata a la torre o bastió presenta un doble llenç. Posteriorment, la torre és adossada al conjunt, de la mateixa manera que ocorre al Turó del Montgròs, la qual cosa impossibilita la relació de  $\sqrt{2}$  i cal pensar, per tant, en una mateixa relació 2 a 1 com a la fortificació del Brull.



Figura 78. Vista lateral oriental del sistema defensiu amb el bastió central i on s'aprecia com aquest s'adossa interiorment al llenç de muralla.

El conjunt de la construcció presenta unes mides totals d'aproximadament 65 m de llargada, amb una amplada variable que se situa entre 6,3 i 6,5 m. La muralla presenta una amplada general situada entre 2,5 i 2,55 m, mentre que els murs de compartimentació interiors tenen una amplada menor (aproximadament 1,2 – 1,3 m). El sistema defensiu es divideix interiorment en 10 cambres amb unes mides variables, situades entre els 3 i 4,7 m de llargada per 4,5 a 6 m d'amplada (fig. 79).

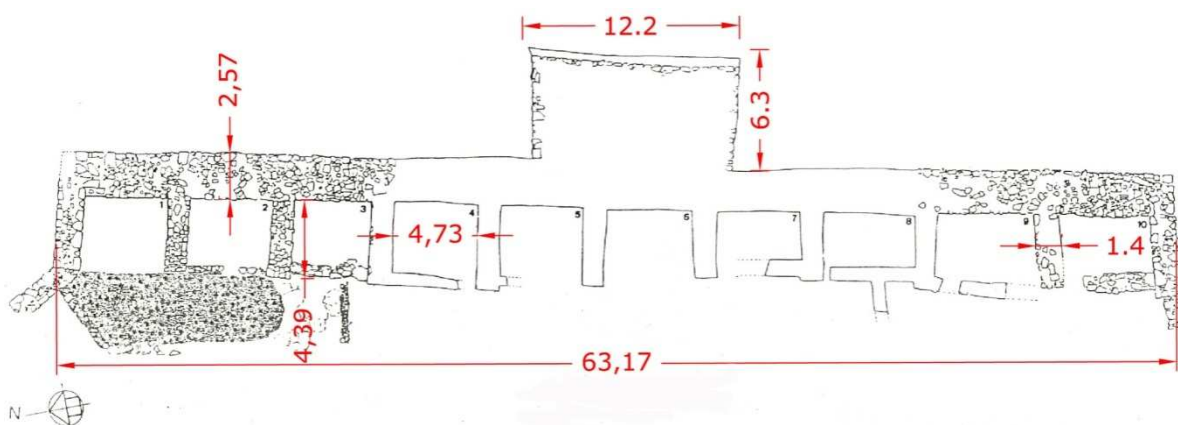


Figura 79. Planta del Casol de Puigcastellet amb indicació de les principals mesures en m recollides al text.

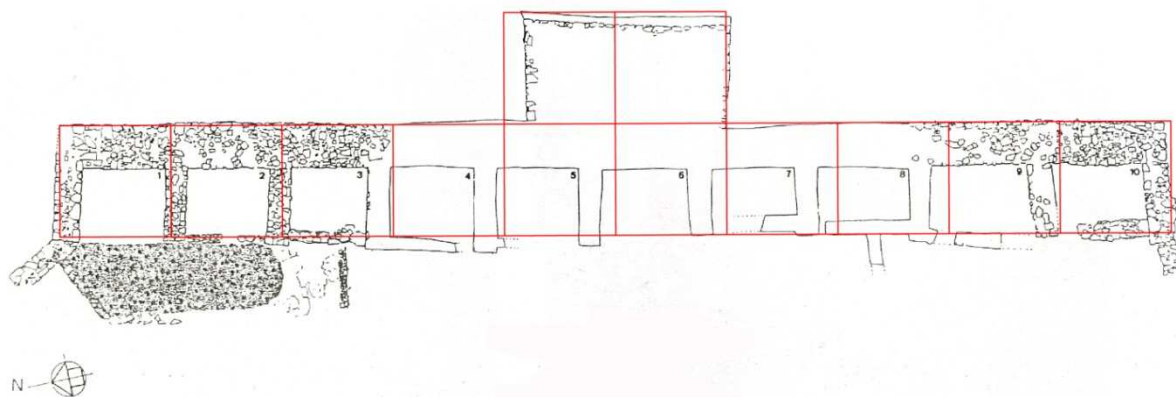


Figura 80. Planta del Casol de Puigcastellet amb superposició de mòduls quadrangulars de 6,3 a 6,5 m.

A partir de l'anàlisi d'aquestes mides i de la planta de la construcció podem observar una voluntat de planificació racional inicial de l'obra, amb la intenció d'ocupar tot l'espai disponible per barrar l'accés i la col·locació en el punt central d'aquest entramat de la torre defensiva per tal de flanquejar tots els accessos possibles. Així, partim d'una distància general de 65 m, adaptada a la topografia i a la qual s'han de sumar els accessos que se situen en els costats més allunyats. Prenent en consideració, per tant, aquest condicionant, creiem que el procés constructiu s'inicia amb la delimitació de l'espai disponible i la seva divisió. D'aquesta manera, la divisió entre la llargada total de la muralla (65 m aprox.) i l'amplada mitjana del llenç de muralla (6,3 a 6,5 m) ens proporciona un valor de 10, equivalent al nombre de cambres amb les quals es divideix interiorment el sistema defensiu. Proposem, per tant, la utilització d'un mòdul constructiu quadrangular situat entre 6,3 i 6,5 m, corresponent a l'amplada de la muralla (fig. 80). La posterior addició d'aquests mòduls quadrangulars configurarà les dimensions generals de l'estructura. Desconeixem si, com pot esdevé

al Turó del Montgròs, la planta és l'objecte de l'addició directa de mòduls quadrangulars o bé si l'espai hauria estat delimitat inicialment, amb estaques i cordes i posteriorment dividit interiorment en mòduls regulars de 6,3 a 6,5 m. La superposició d'aquest esquema modular a la planimetria original permet comprovar com el punt d'unió d'aquests mòduls coincideix aproximadament amb l'eix central dels murs de compartimentació. Malauradament, la probable rapidesa en la construcció o una mala posada en obra de l'esquema previ fa que la divisió interior pugui arribar a variar i no ajustar-se exactament amb el plantejament modular.

Pel que respecta al plantejament metrològic d'aquesta modulació, seguim la proposta realitzada per Pierre Moret, que atribueix com a unitat un peu de 0,315 m. D'aquesta manera, es proposa una llargada general de 200 peus (63 m) i una amplada que se situa entre els 20 i 22 peus (6,3 a 7 m), seguint la relació 1 a 10 de tot el conjunt. De la mateixa manera, la torre defensiva és un rectangle que tindria unes mesures de 40 peus de llargada per 20 peus d'amplada, d'acord amb la relació 2 a 1 anteriorment esmentada. Aquesta torre se situa centrada, a una mesura aproximada de 25 m respecte a cada extrem de la fortificació, és a dir, aproximadament a 80 peus. Per la seva part, l'amplada de la muralla es correspondria amb 8 peus (2,52 m), mentre que els murs de compartimentació tindrien una amplada menor de 4 peus (1,26 m) (fig. 83). Pel que respecta a la distribució interior dels compartiments, aquests es disposen seguint una addició constant de mòduls quadrangulars de 20 peus de costat (fig. 81). Mitjançant la comparació amb la planimetria disponible podem observar com la coincidència amb l'eix dels murs és gairebé exacta als departaments 1 i 2, situats més al nord, mentre que posteriorment aquesta coincidència s'anirà esvaint, el que ens porta a plantejar la inexistència d'eines de mesura per transportar les principals dimensions, com podria ser la braça o vara de sis peus, que hem pogut identificar al Brull, i pensem que, en aquest cas, la distribució interna hauria estat efectuada mitjançant una mesura antropomètrica com és el pas, equivalent a cinc peus. Així, els mòduls quadrangulars poden ésser dividits en 4 passos (20 peus) (fig. 82).

Observem, en conclusió, un esquema idèntic a l'emprat al Turó del Montgròs i basat en l'addició de mòduls quadrangulars. L'esquema constructiu respon, per tant, a una mateixa relació senzilla 2 a 1, tant en els compartiments interns com en la torrassa defensiva. De la mateixa manera, podem apreciar també un conservadorisme a nivell metrològic, que porta a la continuïtat de la unitat que hem considerat ibèrica un segle més tard de la seva implantació. La diferència de mesures entre totes dues construccions és conseqüència d'un sistema modular diferenciat, així, mentre que al



Turó del Montgròs s’opta per la característica braça o vara de 6 peus com a base constructiva, en el cas del Casol de Puigcastellet s’opta pel pas de 5 peus com a unitat modular.

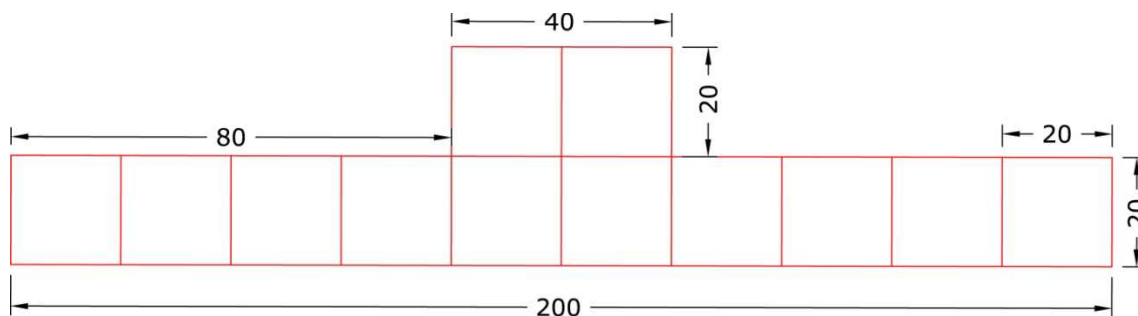


Figura 81. Restitució modular del Casol de Puigcastellet amb indicació de les principals mesures expressades en peus de 0,315 m i mòduls quadrangulars de 20 peus de costat.

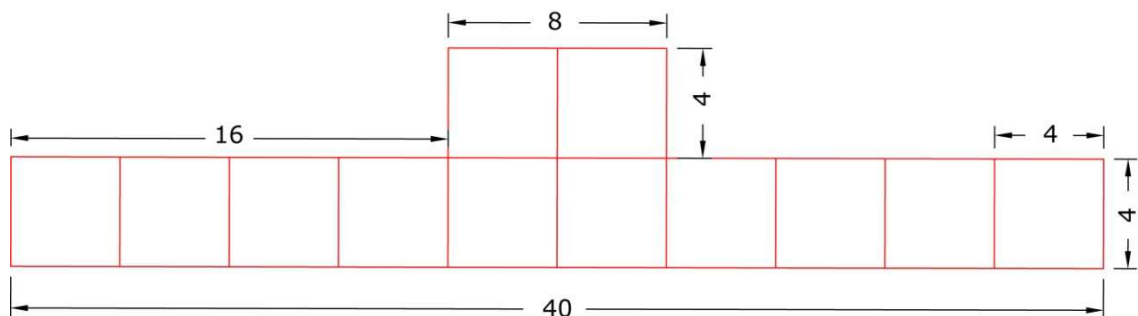


Figura 82. Restitució del Casol de Puigcastellet a partir de mòduls de 5 peus o un pas.

	MESURA	PEUS	VALOR	MÒDULS	PASSOS
Amplada total	63 – 65 m.	200	0,315 – 0,32	10	40
Ample comp. total	6,3 – 6,5 m.	20	0,315 m.	1	4
Amplada muralla	2,55 m.	8	0,318 m.		1 i 1/2
Amplada torre	6,3 m.	20	0,315 m.	2	5
Llargada torre	12,2 m.	40	0,305 m.	4	8
Amplada murs int.	1,2 – 1,4 m.	4	0,315 m.	-	-

Figura 83. Taula amb les principals mesures en m i restitució en peus, mòduls i passos de cinc peus.

#### 4.2.2.5 Turó del Montgròs (El Brull, Osona)

El recinte emmurallat presenta una complexitat no coneguda al món ibèric català, a excepció feta del proper Casol de Puigcastellet. La seva particularitat rau en la presència d'una muralla de compartiments, datada pels seus excavadors entre finals del segle IV i inicis del segle III aC (Molist, Rovira 1991; López, Riera 2004; López, Fierro, Riera 2005). Posteriorment, aquesta defensa s'amortitza amb el cobriment interior de les estructures i es tapien les portes. En el darrer moment d'ús (segle III aC), la defensa de l'assentament està formada per un bastió rectangular, una defensa avançada a la zona de l'entrada i dos bastions més al costat nord.

L'estudi aprofundit d'aquesta fortificació presenta una certa problemàtica constructiva. Aquest recinte es compon de 6 compartiments (fig. 84), anomenats pels seus excavadors casamates o *phulacteria*, terme grec que significa cos de guàrdia. Al context ibèric català els cossos de guàrdia se situen estretament lligats a les portes i les entrades, mentre que al Turó del Montgròs estan relacionats amb la muralla i no segueixen les normes poliorcètiques per a la defensa de les portes. L'exemple més conegut de cos de guàrdia o caserna ibèric es documenta al sistema defensiu del poblat fortificat de Mas Castellar de Pontós datat entre el 425 i el 350 aC, i es correspon amb dos habitatges adossats a la muralla que controlen la primera porta del passadís i l'entrada més immediata al poblat (Pons *et al.* 2005, 384; Asensio i Pons 2009, 275).

El primer estudi geomètric d'aquesta complexa fortificació del món ausetà va ser realitzat per J. Rovira i N. Molist (responsables de les excavacions entre 1982 i 1987) que proposen l'ús d'un mòdul de cinc peus àtics de 0,308 m (1,540 m) que, sumat a la tècnica dels bastions amb cossos de guàrdia i fossat folrat, mostraria com l'obra hauria estat dirigida o assessorada per tècnics d'origen grec, o fins i tot per mercenaris indígenes (Molist, Rovira 1993, 126). En aquesta publicació es comenta la utilització d'un mòdul constructiu de 1,54 m, però no s'especifica on s'ha pogut identificar aquesta modulació al sistema defensiu. Amb anterioritat a aquesta interpretació, a la publicació dels primers sondejos efectuats a l'indret es menciona que el llenç defensiu té una amplada de 5,4 m al sud, i 3,6 m al nord, que els autors relacionen amb 9 i 6 colzes, relativament (Morral *et al.* 1982, 242). Desconeixem quina interpretació mètrica van fer servir per aquesta restitució, la qual proporciona un valor al colze de 0,6 m. Posteriorment, P. Moret (Moret 1998, 87; Moret 2002, 200) es va basar en l'anàlisi detallada de les planimetries publicades i va proposar la utilització d'una unitat de mesura de 0,32 m com a patró regulador. Seguint aquesta proposta, la dimensió del

llenç de muralla és de 114 peus o 19 brases, mentre que la dimensió interna de cada casamata seria de 12 per 7,5 peus, o 8 per 5 colzes en una aproximació a l'anomenat número d'or (1,618). Aquest mòdul serà el que l'autor va associar com un procés local característic de la regió ausetana i, per tant, un patró pròpiament ibèric.

Per al nostre estudi hem optat per la medició al camp de tots els elements conservats –tenint en compte la problemàtica que l'alçat de les estructures està força restituït fruit de les reformes actuals, amb la qual cosa la imatge pot variar una mica – i l'anàlisi de les darreres planimetries facilitades<sup>76</sup>.

La muralla de compartiments corresponent al sistema defensiu principal està formada per dos blocs constructius separats per una poterna, els quals tindrien accessos independents a l'interior de l'assentament. El primer bloc, format pels compartiments 1 al 4, és de planta rectangular i té unes mides exteriors de 22,7 m de front per 5,7 m de costat. A aquests quatre compartiments s'accedeix per una obertura de 1,1 a 1,3 m de llum situada al cantó nord-occidental. Els murs presenten una amplada que oscil·la entre els 1,55 i els 1,70 m. El segon bloc, per la seva part, presenta unes característiques semblants amb 6,1 m d'amplada per 11,2 m de llargada (fig. 85). En aquest cas es desconeix l'amplada de les portes, perquè aquestes no estan reflectides a les darreres planimetries, però a les primeres publicacions sí que s'adverteix la presència de portes al costat nord-occidental en aquest sector.

---

76 Hem de agrair molt sincerament a Albert López i a Josep Maria Puche, la possibilitat de consultar les planimetries de l'assentament, a partir de les quals hem basat la nostra anàlisi.



## Metrologia ibèrica a Catalunya i el País Valencià



Figura 84. Vista interior del bloc nord (esquerra) i sud (dreta) de la muralla de compartiments, amb la poterna tapiada al centre.

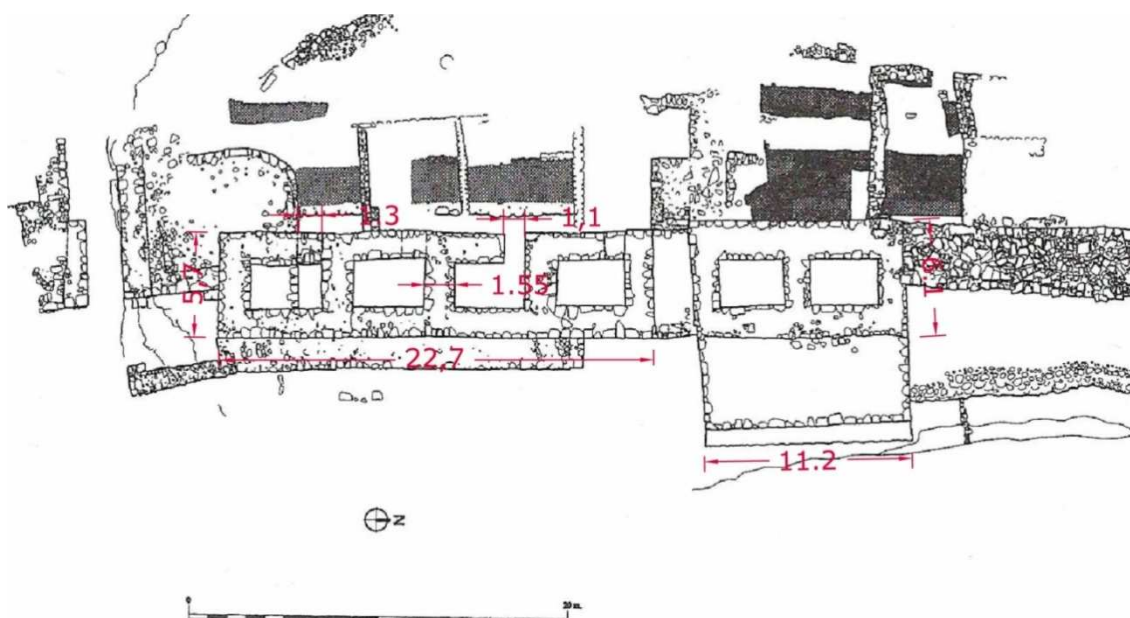


Figura 85. Planta del sistema defensiu del Turó del Montgròs amb indicació de les principals mesures en m esmentades en el text (modificada a partir López, Riera 2000-2001 fig. 15).

A partir de l'anàlisi d'aquestes dades mètriques podem apreciar un rígid esquema modular que ha estat la base de la planificació del sistema defensiu. D'aquesta manera, el bloc sud de 22,7 per 5,7 m es pot dividir en dues agrupacions modulares idèntiques de 11,35 per 5,7 m, dintre d'una relació exacta 2 a 1. Plantejem, per tant, que la muralla de compartiments del Turó del Montgròs és el resultat de l'addició de tres d'aquests mòduls, fins a configurar la totalitat del sistema defensiu. Així, el bloc sud és la suma de dues agrupacions modulares, mentre que el bloc nord és una agrupació modular separada de l'altre bloc per la poterna.

Aquestes agrupacions estan formades per l'addició de dos mòduls quadrangulars de 5,7 m de costat, que es repeteix quatre vegades en el cas del bloc sud i dues vegades al bloc nord (fig. 86). Considerem aquest quadrat, per tant, com el mòdul o unitat base de tot el sistema defensiu. Creiem, per tant, que l'esquema constructiu d'aquesta muralla de compartiments està basat en unes senzilles relacions 2 a 1, mitjançant les qual es planifica el disseny arquitectònic. El que desconeixem és quina solució haurien adoptat els constructors ibèrics, si l'addició independent dels mòduls quadrangulars o l'agrupació d'aquestes unitats en 2 mòduls. A partir de la comparació d'aquesta restitució modular amb la planimetria tenim motius per plantejar totes dues propostes com plausibles. Així podem apreciar com, si superposem dos rectangles de dos mòduls al bloc sud, el punt d'unió d'aquests rectangles correspon aproximadament amb l'eix del mur central. Aquesta mateixa solució la podem identificar al bloc nord, on se separen clarament dos quadrats d'idèntiques dimensions a partir de l'eix del mur central. Per altra part, en el cas del bloc sud, veiem com l'addició de blocs quadrangulars començant per la poterna ens mostra que la correlació entre l'eix dels murs de compartimentació i el punt d'unió dels quadrats és més estricta als primers compartiments i que es va perdent a mesura que es descendeix cap al sud.

En qualsevol cas, el que estem considerant aquí és el desenvolupament de la plasmació d'aquesta construcció. Creiem que el punt de partida d'aquesta obra, i probablement de la majoria d'estructures defensives ibèriques, és la delimitació de la superfície a construir directament sobre el terreny, mitjançant l'ajuda de cordes i estakes; la utilització d'alguna mena d'escaires no és pot assegurar ja que al bloc nord podem apreciar una lleugera desviació del que respecta a l'angle recte. Així, un cop delimitada la superfície a construir, la plasmació de la realitat arquitectònica hauria de ser, com hem comentat anteriorment, a partir de l'addició directa de mòduls quadrangulars de 5,7 m de costat o bé mitjançant l'agrupació de dues unitats modulares.

Pel que respecta a la restitució metro lògica, plantegem com a unitat més plausible la utilització d'un peu situat entre 0,315 i 0,316 m. A partir d'aquesta unitat de mesura proposem un mòdul constructiu corresponent a un quadrat de 18 peus de costat (5,7 m). D'aquesta manera, a partir del procediment constructiu que hem plantejat podem definir com el bloc sud va ésser construït a partir de l'addició de quatre mòduls quadrangulars de 18 peus de costat (fig. 87), fins a configurar una estructura de 72 peus de llarg per 18 peus d'amplada (22,7 per 5,7 m). Igualment es pot traduir també en la suma de dos rectangles de 36 peus de llargada per 18 d'amplada, els quals donen com a resultat també la mateixa planta de 72 peus. La mateixa situació es planteja, per tant, al bloc nord on veiem una planta rectangular de 36 peus de llargada per, en aquest cas, 19 peus d'amplada.

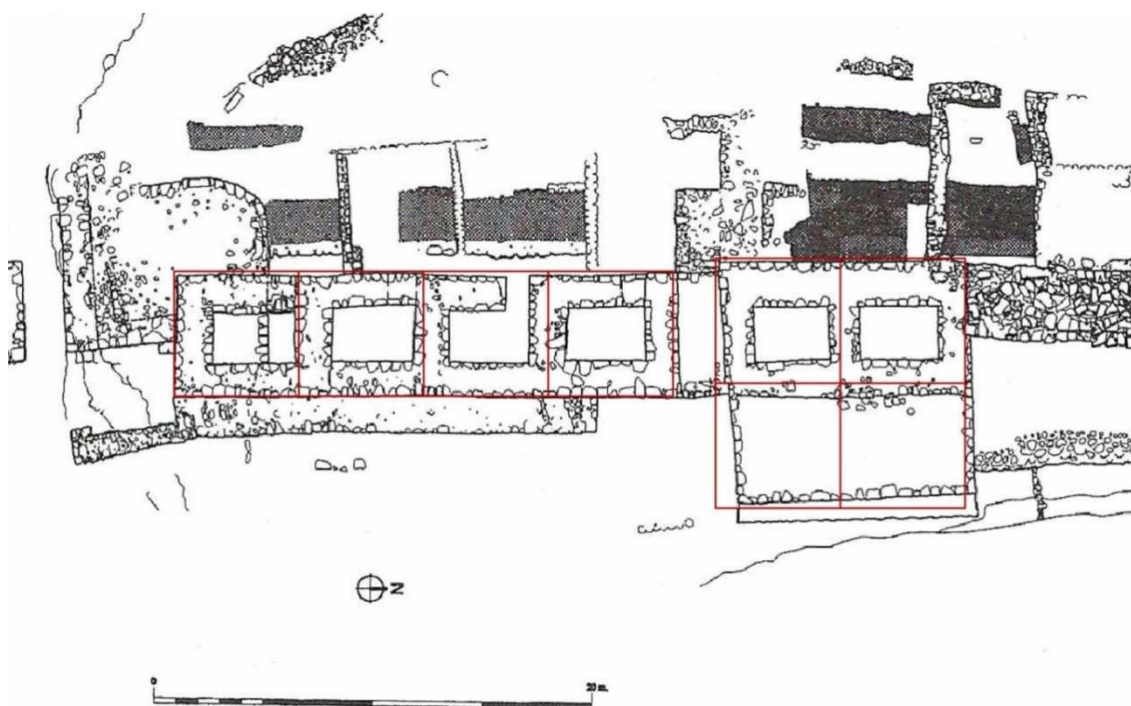


Figura 86. Planta del Turó del Montgròs amb superposició de mòduls quadrangulars de 5,7 m de costat.

Les altres mesures principals de la construcció també poden ser interpretades a partir d'aquesta proposició metro lògica. Així, l'amplada dels murs exteriors que se situa entre 1,5 i 1,7 m, depenent de si es tracta del mur frontal o no, es pot correspondre amb una mesura de 5 o 5,5 peus d'amplada. Per altra part, l'amplada de les portes (1,1 a 1,3 m) es podria correspondre a una mesura situada entre 3,5 i 4 peus (1,102 a 1,26). La darrera mesura que hem tingut en consideració és l'amplada de la poterna, la qual se situa entre 1,94 i 2,1 m, el que es pot traduir en aproximadament 6 peus (1,9 m). En darrera instància, no creiem destacable la mesura interior dels compartiments

(al voltant de 2,4 per 3,7 m), ja que aquesta està supeditada per l'espai mínim disponible dintre de cada mòdul, tenint en compte el considerable gruix dels murs, amb una finalitat de donar major solidesa a la construcció (fig. 90).

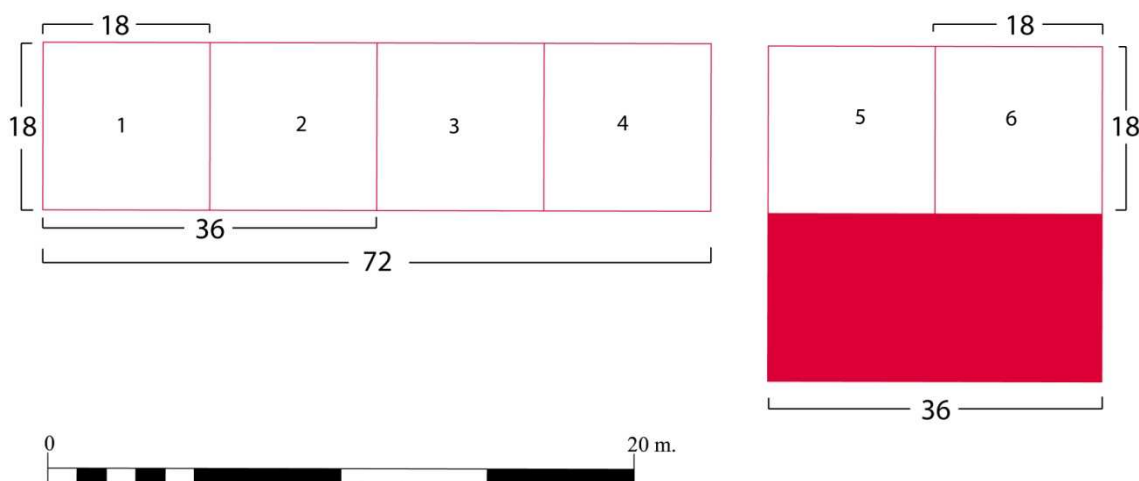


Figura 87. Proposta de restitució modular de la planta del Turó del Montgròs a partir de l'addició de mòduls quadrangulars de 18 peus de costat.

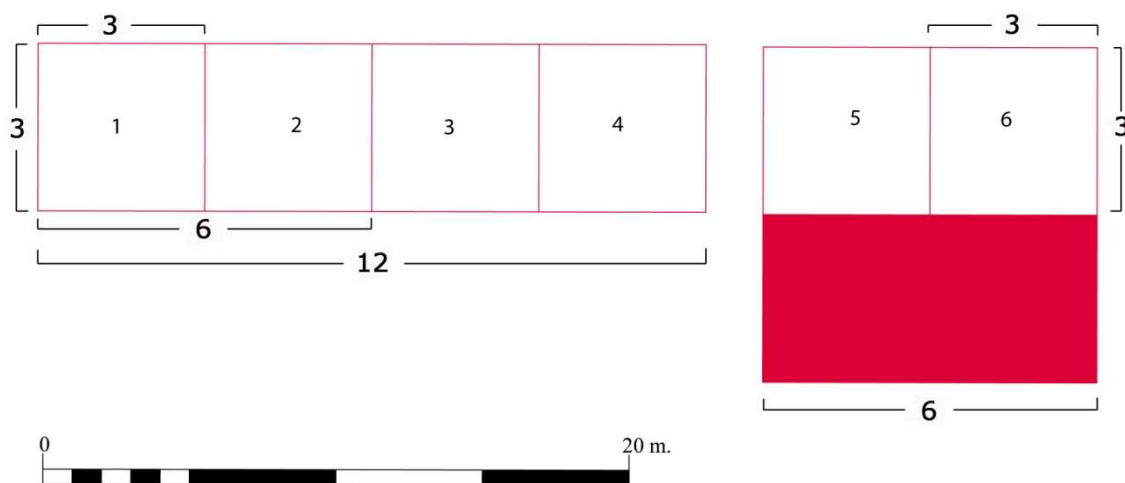


Figura 88. Proposta de restitució modular de la planta del Turó del Montgròs expressada en brases o vares de 6 peus.

Un cop amortitzat tot aquest sistema defensiu, amb la inutilització dels compartiments i el tapiat de la poterna per facilitar un llenç de muralla sense discontinuïtat, es construeix un bastió rectangular massís, el qual respecta les mateixes proporcions modulars emprades al primer sistema defensiu (fig. 89). Aquest bastió presenta unes mesures aproximades de 5,7 m d'amplada per 11 m de llargada. Plantegem, per tant, que aquesta torre dobla l'amplada del llenç defensiu en aquest punt, amb una solució que hem pogut comprovar a altres sistemes defensius de la



Mediterrània com el de Mozia. Però, potser el fet més interessant és la continuïtat del mateix esquema modular i, per tant, del mateix sistema de mesures un segle després. Així, el bastió té novament unes mesures de 18 peus de costat curt per 36 peus de frontal, seguint la relació 2 a 1 ja esmentada.



Figura 89. Vista de la torrassa frontal corresponent a la reforma defensiva del segle III aC, s'aprecia la poterna tapiada i el bastió adossat a la muralla de compartiments.

Tot aquest plantejament metrològic pot ser expressat també amb brases de 6 peus, de manera que el mòdul constructiu de 18 peus quadrats es correspon exactament amb 3 brases quadrades (fig. 88), dintre d'un esquema sexagesimal, tal i com hem pogut comprovar en la torre Y-Z de la ciutadella ibèrica d'Alorda Park.

En el moment actual de la recerca hem de comparar la restitució que hem plantejat amb les altres dues propostes metrològiques identificades. Respecte a la primera restitució proposada per N. Molist i J. Rovira, on atribuïen a la muralla de compartiments un peu de 0,308 m, descartem el seu plantejament com a peu àtic, ja que com hem esmentat en l'apartat sobre les unitats de mesura gregues, aquest es correspon amb el peu de Salamina (Wilson-Jones 2000, 104) i la seva aplicació lluny d'aquest context és reduïda. D'aquesta manera, estem més d'acord amb la proposta de P. Moret, especialment en la seva interpretació de la unitat constructiva com un

sistema de mesures indígena. Per la nostra part, considerem aquesta unitat com una creació pròpia de les comunitats ibèriques, tot i que el seu valor és una mica menor del peu de 0,32 m que va ser proposat per P. Moret anteriorment (Moret 2002, 201-202. Geomètricament, no compartim l'opinió del plantejament de la utilització de la proporció àuria a la muralla de compartiments, ja que el seu ús es limita a l'espai interior i no es pot identificar en l'esquema constructiu general del sistema defensiu. Creiem que l'assimilació de la proporció àuria en aquests compartiments és més el resultat únicament d'una coincidència matemàtica, que no d'un esquema edilici previ per part dels constructors ibèrics.

En conclusió, proposem la utilització d'una unitat de mesura pròpiament ibèrica, expressada a partir de la braça de sis peus, dintre d'un senzill esquema constructiu basat en l'addició de mòduls quadrangulars. En qualsevol cas la particularitat d'aquest sistema defensiu és la seva excepcionalitat en tot l'àmbit ibèric. Com bé ha apuntat P. Moret és aquesta la única fortificació indígena d'aquest tipus (Moret 1996, 213), d'aquí que hagin estat proposades diverses filiacions o contactes exògens per tal d'explicar la identificació d'aquesta obra defensiva, majoritàriament grecs (Molist i Rovira 1993, 126; Moret 1996, 213; López *et al.* 2005, 141), però sempre des d'una perspectiva indígena. Com hem comentat, la singularitat d'aquest complex sistema defensiu en un entorn tan allunyat de la costa i de les principals òrbites comercials fa que totes les interpretacions que es pugui fer siguin sempre hipotètiques. En qualsevol cas creiem com apunta D. Montanero que la *koiné* que caracteritza la Mediterrània entre els segles V i IV aC fa que les idees, projectes i filosofies s'entrellacin constantment dificultant la identificació de trets pròpiament estrangers i d'autòctons (Montanero en premsa). Creiem, per tant, des d'una perspectiva indigenista, que aquesta obra és el resultat d'un procés constructiu propi de la societat ibèrica, el que ve refermat tant per la tècnica constructiva, la cultura material, com per l'adopció d'un sistema de mesures de característiques pròpiament ibèriques.

# Metrologia ibèrica a Catalunya i el País Valencià

	MESURA	PEUS	VALOR	MÒDULS	BRACES
Llargada bloc sud	22,7 m.	72	0,315 m.	4	12
Llargada bloc nord	11,2 m.	36	0,311 m.	2	6
Amplada bloc sud	5,7 m.	18	0,316 m.	1	3
Amplada bloc sud	6,1 m.	19	0,32 m.	1 + 1 peu	3 + 1 peu
Amplada portes 1-4	1,1 – 1,3 m.	3,5 – 4	0,315 m.	1/4	1/2
Amplada murs	1,55 – 1,7 m.	5 – 5,5	0,315 m.	c. 1/3	c. 1
Amplada poterna	1,94 – 2,1 m.	6	0,316	1/3	1

Figura 90. Taula amb les principals mesures en m i restitució en peus, mòduls i braces de 6 peus.

#### 4.2.2.6 Burriac (Cabrera de Mar, Maresme)

El poblat ibèric de Burriac ocupa una extensió de 10 hectàrees a la vessant de la muntanya que li dona nom. La seva ocupació comença al segle VI aC, fins al seu abandonament entrat el segle I aC. Tot i haver estat objecte de nombroses excavacions des del 1915, aquestes intervencions s'han centrat en la zona central de l'hàbitat (Zamora 2007), i en altres intervencions puntuals com l'*edifici públic* (Vilà 1994). Així, el sistema defensiu de l'assentament només es conegut en diversos trams, la part de llevant de la muralla va ser documentada anteriorment, però la informació no és del tot fiable (Burjachs *et al.* 1991, 159).

Centrarem així el nostre estudi en la part de la fortificació millor coneguda, que és l'excavada pel Museu de Mataró a la dècada dels anys 1980. Gràcies a aquestes excavacions es va poder documentar l'entrada meridional (Garcia *et al.* 1991) i la torre de ponent (Burjachs *et al.* 1991, 161; Zamora 2006-2007, 151).

La torre de ponent havia estat considerada aïllada, i excavada en part anteriorment. Les darreres campanyes d'excavació van permetre comprovar com aquesta torre s'associa a la muralla, i no havia estat buidada completament. La cronologia de la torre i de la muralla en aquest tram remet a la segona meitat del segle IV aC.

El plantejament constructiu de la torre indica una diferència a nivell morfològic entre la torre i la muralla, fent servir pedres escairades per la seva cara vista i d'un gruix superior a la torre. Això planteja que la torre seria bastida en un moment inicial i la muralla s'adossaria posteriorment.

La torre amida exteriorment 4,10 m al costat curt i 5,7 m al costat més llarg, amb uns murs amb una amplada aproximada d'un metre, el que difereix de la muralla, que presenta una amplada de 1,5 m.

L'anàlisi detallada d'aquestes mesures ens porta a plantejar quina podria ser la seva relació geomètrica constructiva. Així, la divisió entre els dos costats de la torre dona un valor de 1,390, el que s'apropa molt a la proporció  $\sqrt{2}$  (1,414) així, la diferència entre la mesura real i la restitució geomètrica és únicament de només 1,7% i, per tant, considerem que aquest pot ser el pla modular ideal de la torre, ja que després la seva implantació resta una mica modificada per tal d'adaptar-se a l'orografia irregular del terreny.



Plantegem una construcció geomètrica similar a la de la torre Y-Z d'Alorda Park, on hem pogut documentar, per primera vegada a l'arquitectura ibèrica de Catalunya, l'adopció d'aquesta aproximació arquitectònica. Es parteix d'aquesta manera d'un quadrat de 4,1 m de costat, a partir del qual si prenem la seva diagonal com a radi obtenim un rectangle proporcionat seguint la relació d'arrel quadrada de 2.

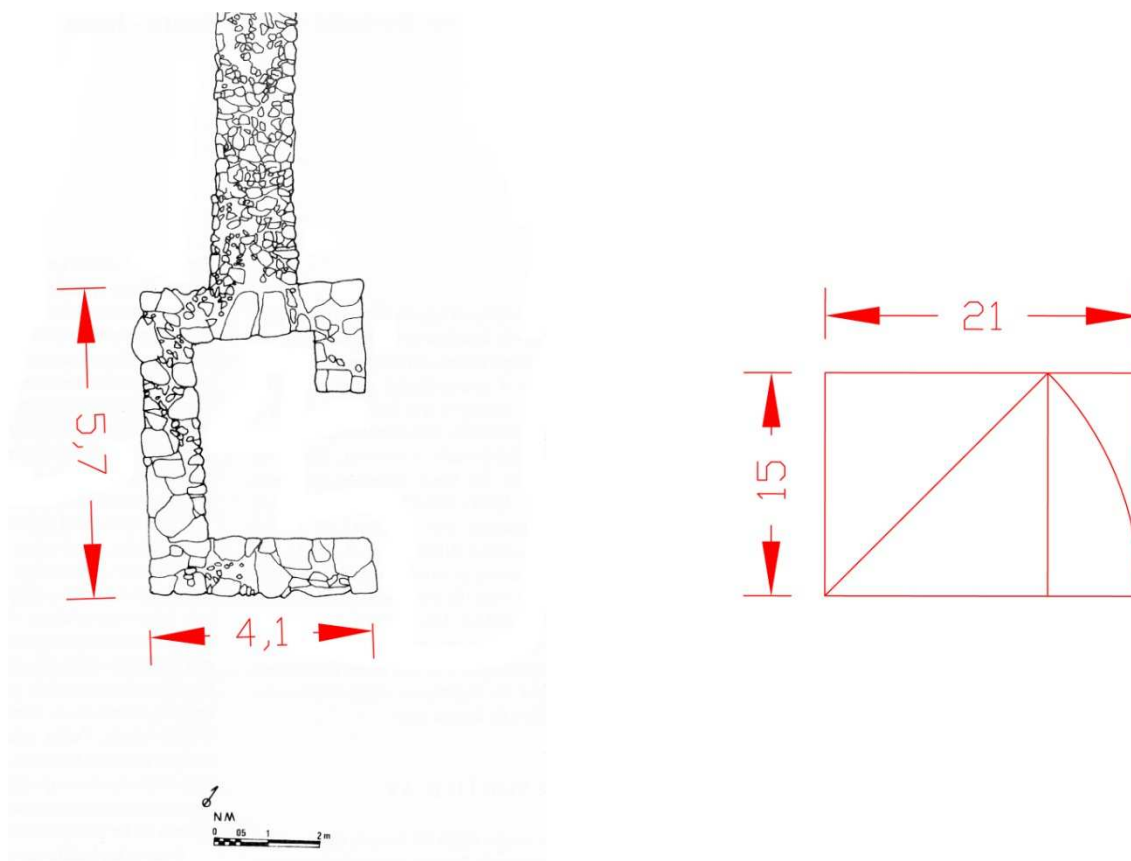


Figura 91. Planta de la torre occidental de l'*oppidum* de Burriac amb indicació de les mesures en m (esquerra) (modificat a partir de Burjachs *et al.* 1991, 160) i restitució geomètrica del rectangle d'arrel quadrada de 2 generat a partir d'un quadrat de 15 peus de costat.

Seguint aquesta restitució constructiva, són diverses les propostes metrològiques, ja que tret de les mides generals de la construcció i l'amplada de la torre, no es disposa de cap altra mesura on es puguin fer comprovacions. Igualment, aquesta relació constructiva no permet la descomposició clara del rectangle en mòduls, com si que seria possible amb altres proporcions com l'àuria, la relació 2:1 o el rectangle 3-4-5. Únicament és possible una aproximació 7 a 5, mitjançant la qual obtenim un valor de 1,4, proper al 1,41, característic de la proporció d'arrel quadrada de 2. Si apliquem, per tant, aquesta aproximació a les mesures de la torre de Burriac obtenim un mòdul base de 0,82. A partir d'aquest mòdul plantegem una restitució metrològica basada en un peu d'aproximadament 0,273 m, que és el resultat de dividir aquest mòdul en 3 (fig. 91). Obtindríem d'aquesta manera una planta rectangular de 21 peus de llargada (5,73

m), basada en un quadrat de 15 peus de costat (4,095 m), tot seguint la relació d'arrel quadrada de 2 entre els seus costats (21 a 15). Així mateix, els murs exteriors es podrien correspondre amb 4 peus, si tenim en consideració la unitat proposada (1,09 m).

Malauradament, en el cas de l'oppidum de Burriac només es coneix arqueològicament i de manera fiable una única torre, que és la que hem analitzat. Al costat oriental de l'assentament, Marià Ribas va descobrir un llarg llenç de muralla amb cinc torres defensives, de les quals únicament es conserven les descripcions realitzades que no permet associar una cronologia a aquestes construccions (Ribas 1952, 32), però la construcció de les quals s'ha situat durant les reformes d'època romana (Moret 1996, 386). D'aquesta manera, tot i presentar un esquema constructiu semblant a la torre occidental, és a dir, torres buides internament a les quals se li adossa el llenç de muralla, la incertesa arqueològica fa que hàgim hagut de descartar les 5 torres per aquest estudi. Esperem que la posterior recerca arqueològica doni una mica de llum a aquest sector i a aquest importat assentament tan poc conegut, i així puguem comprovar les propostes realitzades a la única torre estudiada.

#### 4.2.2.7 Turó dels Dos Pins (Cabrera de Mar, Maresme)

El jaciment arqueològic de Turó de Dos Pins se situa sobre una petita elevació de la serralada litoral, dintre de l'entorn immediat de l'*oppidum* laietà de Burriac. El conjunt arqueològic dels Dos Pins és especialment conegut per la troballa de una de les poques necròpolis de l'ibèric ple identificades a Catalunya (Garcia Rosselló 1993). Juntament amb aquesta, les excavacions posteriors desenvolupades entre els anys 1990 i 1995 per part del Museu de Mataró van documentar l'existència d'un petit assentament rural i una important torre defensiva relacionada amb el poblat de Burriac, i datada pels seus excavadors al darrer terç del segle III aC (Zamora i Garcia Rosselló 2005, 73).

Tècnicament la torre s'encabeix en retalls profunds dintre de la roca per tal de salvar el fort desnivell del terreny. Els fonaments són força acurats, fets a base de grans carreus escairats i lligats amb calç. La torre és de planta rectangular i presenta unes mides generals d'aproximadament 12 x 5,9 m. Malauradament només es conserva la meitat de l'estructura, mentre que l'altra meitat és definida pel negatiu de la potent rasa de fonamentació de la torre, el que provoca que no es disposi de l'amplada dels quatre murs, així com de l'amplada interior del recinte. De les restes conservades, el mur occidental conservat té una amplada aproximada de 1,4 m, mentre que el mur sud té un gruix superior (al voltant de 1,9 m), ja que se li adossa al llenç un reforç de 0,5 m d'amplada. Per altra part, a aquestes mesures hauríem de sumar els retalls per encabir l'estructura, amb la qual cosa obtenim una planta rectangular de 12,2 m de llargada per aproximadament 6,4 m d'amplada. Considerem com el retall negatiu hauria jugat un paper fonamental en el disseny de la construcció, ja que representa la plasmació directa sobre el terreny de la idea constructiva prèvia.

Podem observar que tant les dimensions de l'estructura construïda com les del retall previ responen a una aproximació 2 a 1 (2,03 en el cas de la torre i 1,90 en el cas de les dimensions màximes amb el retall). Partim doncs d'un procés constructiu ja conegut, com és l'addició de dos mòduls quadrangulars per tal de configurar una planta rectangular. Con hem pogut observar, és aquesta una de les més maneres més senzilles i ràpides de plantejar geomètricament la construcció d'un rectangle, a partir únicament de cordes i escaires. En aquest cas, el quadrat base de l'obra és una figura de 6,4 m de costat màxim, el qual es dobla fins a obtenir un rectangle proporcionat de 12,2 m de dimensions màximes.

A partir d'aquesta restitució podem proposar una unitat de mesura amb un valor aproximat de 0,31 m, mitjançant la qual la planta de la torre respondria a un rectangle de 20 per 40 peus (6,2 per 12,4 m), formada per l'addició de dos mòduls quadrangulars de 20 peus de costat (fig. 92).



Figura 92. Planta del Turó dels Dos Pins amb indicació de les principals mesures en m (modificada a partir de Zamora, Garcia 2005, làmina 5) i restitució geomètrica a partir de l'addició de dos mòduls quadrangulars de 20 peus de costat.

La manca de paral·lels constructius ha estat apuntada pels seus excavadors, que posen com a únic referent l'edifici del Perengil (Vinaròs, Castelló) que té una mateixa cronologia, tot i diferir a nivell estructural i constructiu (Zamora i Garcia Rosselló 2005, 83). Estem d'acord que estructuralment sembla respondre a un mateix model, però la construcció castellonenca és una obra aïllada sense cap nucli de primer ordre al voltant, com sí que ocorre al cas del Turó de Dos Pins i Burriac. A més a més, com veurem posteriorment, el plantejament constructiu és diferent al que hem pogut observar al Turó dels Dos Pins, tot i que la unitat constructiva podria ser semblant. Segons la nostra opinió, a nivell de solució constructiva i geomètrica els referents més propers en època ibèrica caldria trobar-los en els assentaments del Turó del Montgròs del Brull i el Casol de Puigcastellet de Folgueroles. En tots dos casos, el sistema defensiu es planteja amb l'addició de mòduls quadrangulars, en una relació 2 a 1.

#### 4.2.2.8 Turó d'en Boscà (Badalona, Barcelonès)

El poblat ibèric del Turó d'en Boscà se situa en una elevació de 198 m sobre la plana de la població actual de Badalona, entre les rieres de Canyet i Pomar. L'extensió del jaciment es pot situar en uns 2000 m<sup>2</sup>, tot i que la planta general de l'assentament ha estat completament modificada per la construcció d'una pedrera moderna que arrasat la meitat nord i est del jaciment.

L'assentament ha estat objecte d'intervencions intermitents des de principis del segle XX. La primera intervenció va ser realitzada al 1963 per part del Centre Excursionista de Badalona. Posteriorment, no serà fins al 1968 quan es realitza l'excavació d'un habitatge ibèric a la part alta del poblat per part de l'Institut d'Arqueologia i Prehistòria de la Universitat de Barcelona (Junyent i Baldellou 1972). Entre els anys 1979 i 1980 es van realitzar dues campanyes d'excavació per part del Museu de Badalona, centrades en l'extrem oest, on es va deixar al descobert el sistema defensiu (Guitart i Padrós 1982, 179-180).

L'assentament presenta una ocupació continuada des del segle IV aC fins a inicis del segle I aC, quan hi hauria un trasllat poblacional a la propera fundació romana de Baetulo. La planta del poblat mostra les característiques de l'adaptació a la topografia del turó, que marca un urbanisme radial i amb terrasses i esglaons per salvar els desnivells, semblant a l'urbanisme de l'assentament veí del Puig Castellar de Santa Coloma de Gramanet. Al moment ocupacional inicial correspon l'edificació del primer sistema defensiu format per una muralla simple, reforçada per una o més possibles torres circulars (Zamora *et al.* 1991, 346). A començaments del segle III aC el poblat veuria reforçades les seves defenses amb la construcció d'una potent torre rectangular.

El nostre estudi mètric es centra en aquesta construcció ibèrica. Tècnicament la torre es construeix amb pedra granítica local, i és bastida directament sobre la roca natural. Presenta una factura més acurada que la muralla, amb un aparell irregular, format per grans blocs de pedres ben escairats, travats amb pedra més petita (Zamora *et al.* 1991, 346). A aquesta torre s'accediria per una escala situada entre la torre i la muralla.

La torre amida 5,85 m d'amplada al costat curt, mentre que la llargada general se situa al voltant dels nou m, sense que s'hagi conservat el front sud-oest, el que no ens permet restituir exactament la seva mida. Així mateix, els murs de la torre amiden

regularment 1,20 m d'amplada, mentre que l'accés a l'interior de la torre discorre per una obertura de 0,90 m aproximadament.

Aquest seguit de mesures, juntament amb l'acurada tècnica constructiva, ens indiquen una intencionalitat reguladora de l'espai i un esquema racional previ. Seguint aquestes dades hem pogut identificar un plantejament geomètric basat en un rectangle de proporció àuria o d'extrema i mitja raó. Aquest rectangle s'emmarcaria dintre d'un quadrat de 5,85 m de costat, a partir del qual s'obtidria un rectangle proporcionat de 9,46 m. La restitució d'aquesta darrera mesura és hipotètica per la fragmentació del sector oest tot i així, és aquesta la mesura i el sistema de proporcions que millor encaixa. L'aplicació d'altres sistemes de proporcions coneguts al món ibèric indicaria un rectangle inadequat a la superfície disponible.

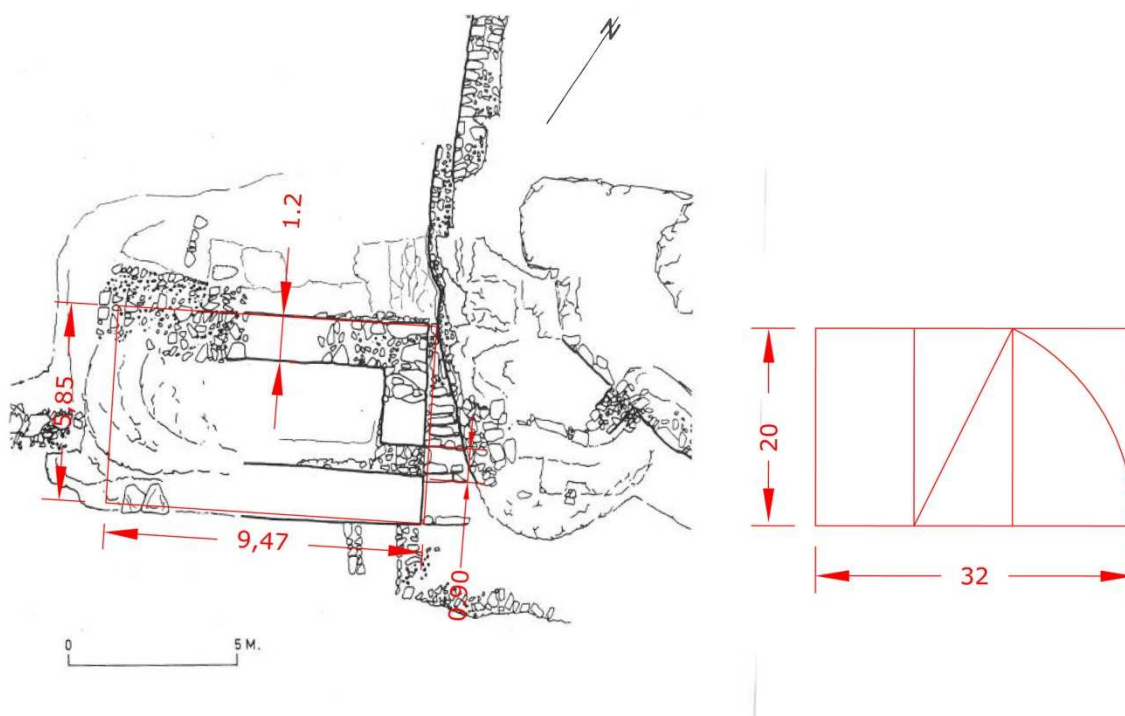


Figura 93. Planta de la torre defensiva del Turó d'en Boscà, amb indicació de les principals mesures esmentades en el text en m (esquerra), a la dreta restitució geomètrica del rectangle a partir d'un quadrat de 20 peus.

Mitjançant la descomposició d'aquesta proporció geomètrica amb la propietat additiva que conté, expressada amb una sèrie de Fibonacci és possible restituir la unitat modular que s'hauria emprat en l'edificació d'aquesta torre. Així, si descomponem aquest rectangle seguint una seriació en base 4 (4, 8, 12, 20, 32, 52, 84, 136...) plantejem una restitució basada en un mòdul d'aproximadament 0,293-

0,296 m. Aquest patró planteja un costat curt de 20 peus, i un costat llarg de 32 peus. Aquest mateix mòdul es pot apreciar a l'amplada dels murs de la torre, que es correspondria amb 4 peus (1,18-1,20 m), i amb la llum de la porta d'entrada a la torre, que es correspon amb 3 peus (0,90 m). Plantegem, per tant, un disseny basat en un quadrat de 20 peus de costat, a partir del qual mitjançant el mètode d'abatre la diagonal des del seu punt central s'obté un rectangle proporcionat seguint la relació entre mitja i extrema raó (fig. 93).

Pel que respecta a la particularitat de la unitat de mesura, aquesta l'hem pogut identificar al proper assentament del Turó dels Dos Pins (Cabrera de Mar), on es disposa una torre rectangular, la planta de la qual és la que podem situar més propera estructuralment a la de Mas Boscà. La construcció d'aquesta torre se situa també al segle III aC, però presenta una diferència de plantejament proporcional respecte a la construcció badalonina. Mentre que al poblat ibèric de Mas Boscà s'opta per una proporció basada en un rectangle auri, l'altra torre presenta una proporció 1:2, especialment present a l'arquitectura ibèrica catalana entre els segles IV i III aC. Amb aquest paral·lel immediat resta per preguntar-se el perquè de l'adaptació d'un sistema proporcional característic del segle V - començaments del segle IV aC, com hem pogut documentar al Mas Castellar de Pontós, el poblat ibèric de Sant Josep de la Vall d'Uixó i el sistema defensiu de la *neapolis* emporitana. Sembla probable que l'adaptació d'aquest sistema de proporcions en un moment avançat de la cultura ibèrica respondria a unes necessitats pràctiques, condicionades per la topografia del turó, que només permetria la plasmació d'un rectangle d'aquestes proporcions per tal d'aprofitar el major espai possible, i no pas a una voluntat expressa de plasmació d'aquest sistema constructiu. Del repertori de sistemes per plantejar esquemes rectangulars que hem documentat a l'arquitectura ibèrica (proporció àuria, proporció d'arrel quadrada de 2, relació 3 – 4 – 5 i relació 2 – 1), els constructors ibèrics haurien escollit aquest sistema tant per la seva facilitat pràctica.

#### 4.2.2.9 Ciutadella ibèrica d'Alorda Park (Calafell, Baix Penedès)

La ciutadella ibèrica d'Alorda Park s'assenta sobre un turó d'uns 3.000 m<sup>2</sup> que s'alça vora la mar i que tindria una funcionalitat defensiva i residencial d'una elit ibèrica local. L'assentament ha estat objecte de diverses reformes des de l'ibèric antic fins a finals del segle III aC. Al segle I aC perd la seva funció com a nucli fortificat i s'instal·la una casa romana al costat sud-est del poblat.

La fase on centrem la nostra recerca és l'anomenada fase II que suposarà la reestructuració del poblat vers les darreries del segle V aC. Aquest moment coincideix amb una total transformació de l'interior del recinte i un replantejament estructural que porta a l'organització d'una nova xarxa viària força regular i ortogonal que sembla delimitar l'existència d'un barri sud amb la presència de dues illes de cases isolades, i diferents de la resta de construccions del mateix moment que seguirien el model dels poblats de barrera amb cases en bateria adossades al mur de tanca, compartint parets mitgeres i obrint a un espai central (Sanmartí, Santacana 1994, 31-32; Moret 2004, 135).

El principal aspecte d'interès pel nostre estudi serà l'anomenada torre Y-Z (fig. 94), es tracta d'una torre buida de doble cambra que es va bastir dins el segon terç del segle V aC, i seria amortitzada vers la segona meitat d'aquest segle (Sanmartí, Santacana 1992, 332). La seva funcionalitat era la de protegir la porta d'accés al poblat i al mateix temps reforçar el punt més desprotegit del sistema defensiu tancant el turó per la seva part més accessible.

Aquesta torre presenta unes dimensions totals de 7,90 m de llargada per uns 5,60 m d'amplada. L'amplada dels murs és de 1,40 m, i l'espai intern d'ambdues estances és de 3,28 m de llargada per 1,84 m d'amplada.



## Metrologia ibèrica a Catalunya i el País Valencià

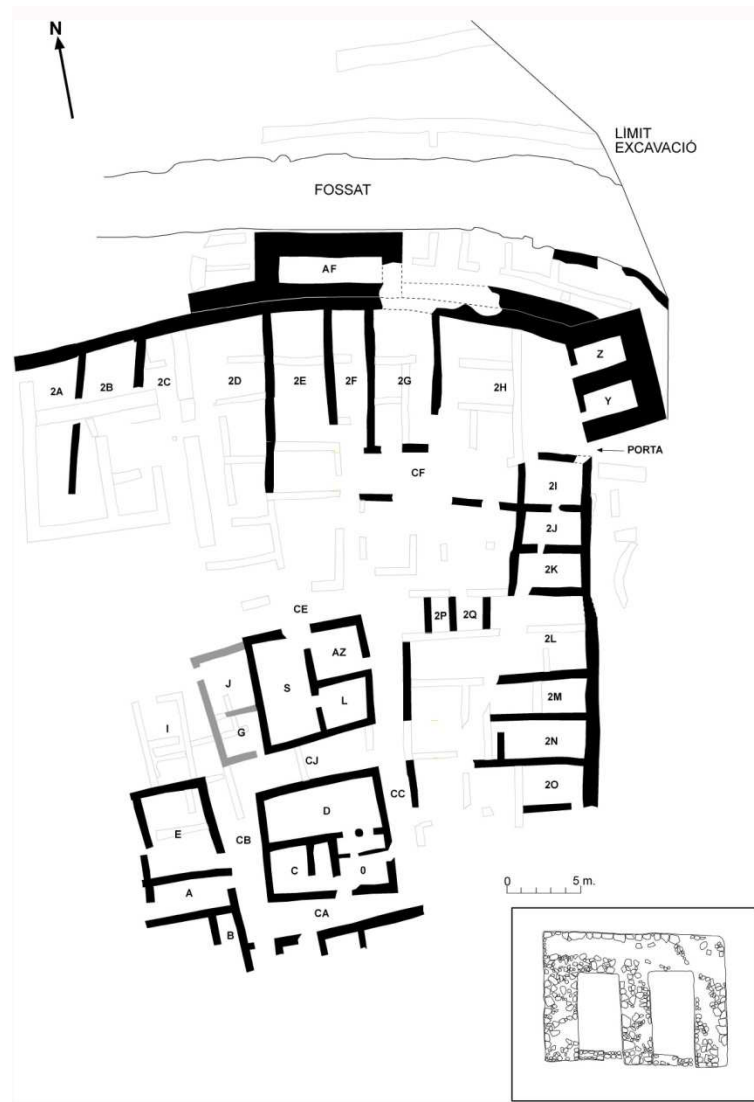
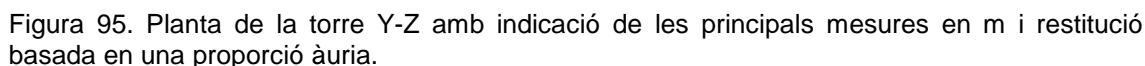


Figura 94. Planta de la ciutadella ibèrica d'Alorda Park durant la fase dels segles V-IV aC i situació de la torre defensiva.

En un primer moment, la nostra decisió va ser la d'intentar comprovar la proposta de restitució geomètrica seguint l'anomenada proporció daurada o número auri, que ha estat proposada per F. Gracia (Gracia Alonso 1997b, 170). La comprovació efectuada demostra com la torre rectangular no va ser realitzada seguint aquesta proporció; en primer lloc, la divisió simple entre la llargada (7,90 m) i l'amplada (5,60 m) no dona com a resultat el número auri (1,618), a més la restitució de la planta seguint aquesta proporció portaria a una llargada de la torre considerablement superior (9,06 m) (fig. 95). Partint d'aquesta premissa que caldria descartar, vàrem comprovar com la divisió entre la llargada i l'amplada dona un valor de 1,41 que coincideix exactament amb l'arrel quadrada de 2.



Si s'analitza geomètricament aquest rectangle, es poden observar certes peculiaritats significatives. L'amplada del mur frontal és exactament 1/3 de l'amplada total de la torre, 1,87 m. Pel que fa a la seva distribució interior, presenta un ritme regular molt clar. Així d'esquerra a dreta tenim: un mur de 1,5 m d'amplada, un espai buit de 1,8 m, un mur intermedi de 1,5 m, un espai buit de 1,8 m i el mur lateral dret de 1,4 m. Aquestes mesures indiquen un ritme determinat que es desenvolupa constantment, i que s'aproxima amb precisió a un múltiple exacte de 0,31 m, que considerem com la unitat base a partir de la qual va ser plantejada la construcció de la torre (fig. 97).

183

# Metrologia ibèrica a Catalunya i el País Valencià

MESURA	Distància real	Múltiple de 0,31	Distància teòrica	Dif. distàncies	% respecte a 0,31	% d'error
Mur frontal	1,87	6	1,86	0,01	3 %	0,5 %
Resta amplada	3,73	12	3,72	0,01	3 %	0,3 %
Amplada total	5,6	18	5,58	0,02	6 %	0,4 %
Amplada Mur W	1,5	5	1,55	-0,05	16 %	3,3 %
Llum W	1,8	6	1,86	-0,06	20 %	3,3 %
Amplada Mur central	1,5	5	1,55	-0,05	16 %	3,3 %
Llum central	1,8	6	1,86	-0,06	20 %	3,3 %
Amplada Mur E	1,32	4	1,24	0,08	26 %	6,1%
Longitud total	7,92	26	8,06	-0,14	46 %	1,8 %

Figura 96. Principals mesures de la torre en m, equivalent en peus i percentatge de desviació.

Així doncs, es pot comprovar que la major part de mesures tenen una desviació molt petita, situada entre 0,3 i 3%, amb un error màxim d'un 6,1% (que representa una diferència d'una mica més d'un quart de mòdul en una distància teòrica de quatre mòduls), i que, per tant, sembla plausible suposar que els constructors de la torre van emprar com unitat base un mòdul de 0,31 m (Olmos i Puche, 2008, 36).

Seguint aquest pressupòsit, tenim una torre que mesuraria 25 per 18 mòduls i que estaria dividit interiorment seguint un ritme ple - buit de 5, 6, 5, 4 mòduls. En amplada s'estableix un ritme de 6 i 12.

L'únic element aparentment discordant en aquesta sèrie és l'amplada del mur lateral dret (4 mòduls) que trenca un ritme simple i clar. Però aquesta anomalia vindria a ratificar l'ús intencionat de la proporció basada en l'arrel quadrada de 2. De fet, el quadrat generador presenta un costat de 18 mòduls exactes, però en el moment d'abatre la diagonal fins a la base es crea una distància incommensurable que resulta no ser múltiple exacte del mòdul, ni múltiple del ritme buit – ple preestablert. Així, la diferència d'amplada d'aquesta paret vindria a ajustar aquest ritme a les dimensions donades pel rectangle d'arrel quadrada de 2. Això, inclús permetria especular que la torre va ser replantejada en obra d'esquerra a dreta; els espais buit – ple es defineixen com estava preestablert (5-6-5-6), mentre que l'últim (el mur lateral dret) es defineix únicament per l'espai que resta entre l'última llum i el final del rectangle que delimita la torre.

Per últim, quasi com a curiositat, es pot constatar que, a partir d'aquesta disposició teòrica, els espais interns (que són els espais hàbils) estarien definits per rectangles de base 1 per 2, de 6 mòduls d'amplada de 12 mòduls de llargada. La plasmació de la unitat modular amb una base 6 es correspon amb una braça de 6 peus, d'arrel sexagesimal i que indicarien l'ús d'una vara o una corda de sis peus, que serà el sistema modulador que s'anirà traslladant.

La complexitat geomètrica mostra com els ibers disposarien d'uns coneixements trigonomètrics comuns a la *koiné* que caracteritza la Mediterrània durant l'antiguitat. La comparació amb els plantejaments constructius d'altres torres ibèriques demostra com els ibers estan emprant diversos sistemes d'apropament geomètric.

Al món grec oriental, els diversos exemples de torres bipartides presenten una cronologia més avançada (segle IV aC), adaptant-se a les especificitats poliorcètiques derivades després de les guerres del Peloponès. A la regió grega de Tessàlia, la ciutat de Goritsa disposa de dos bastions bipartits adossats al llenç de la muralla (núm. 31 i 32) i una torre bipartida que defensa una poterna (torre 7) (Bakhuizen, 1986, 328). Dintre de la mateixa regió grega, l'acròpolis de la ciutat de Larissa es fortifica durant el segle IV aC i es dota d'una torre bipartida per defensar la porta principal (Adam 1982, 186). L'altre exemple documentat d'aquest tipus de torre per a la protecció de la porta al món grec és a Egostenes, establiment defensiu datat d'aquest moment i que es disposa a la frontera de la regió de l'Àtica (Adam 1982, 217). El darrer cas documentat es situa a la costa de l'Àsia menor, es tracta de la ciutat de Cnido (Tekir, Turquia) on les torres 39,31 i 33 es col·loquen al llenç de la muralla, i presenten una estructura

bipartida a la qual s'ha atribuït la funció de mantenir un embigat superior (McNicol 1997, 59).

Pel que fa a la presència de torres bipartides al món ibèric l'únic exemple clar amb la mateixa cronologia que la torre de Calafell és la torre del Castellot de la Roca Roja (Benifallet) (Belarte *et al.* 2002), una altra torre amb una cronologia, en primera instància, idèntica és la torre número 1 del poblat ibèric de la Punta d'Orlell (García Fuertes 1998, 116). En el primer cas sembla adoptar-se la mateixa solució constructiva, però adaptada a la morfologia general del poblat i les seves mesures es troben condicionades per l'urbanisme general, d'aquí que es projecti una amplada superior a la torre d'Alorda Park per tal de cobrir l'espai disponible. El segon exemple mostra un esquema idèntic al de la torre d'Alorda, a més d'unes mesures semblants, però hem de posar en dubte la seva funcionalitat com a torre defensiva ibèrica. Arran de la visita a aquest indret, vàrem poder comprovar com aquesta possible torre no presenta una funcionalitat defensiva, atesa la seva ubicació topogràfica. Per altra part, la seva ubicació a la part inferior d'un nivell terrassat fa que s'hagi d'interpretar aquesta construcció com els fonaments d'una estructura superior<sup>77</sup>. En aquest sentit, la planta de la construcció totalment tancada i sense accessos interiors porta a refermar aquesta voluntat de nivell inferior, segurament reomplert, per tal d'aixecar el nivell.

---

<sup>77</sup> Agraïm a Arturo Oliver (Museu de Belles Arts de Castelló) la seva amabilitat i el fet d'acompanyar-nos en la visita del jaciment. Seguint el comentari d'aquest investigador castellonenc, els materials interiors de la torre, que no han estat publicats, porten a datar la construcció en època romana.

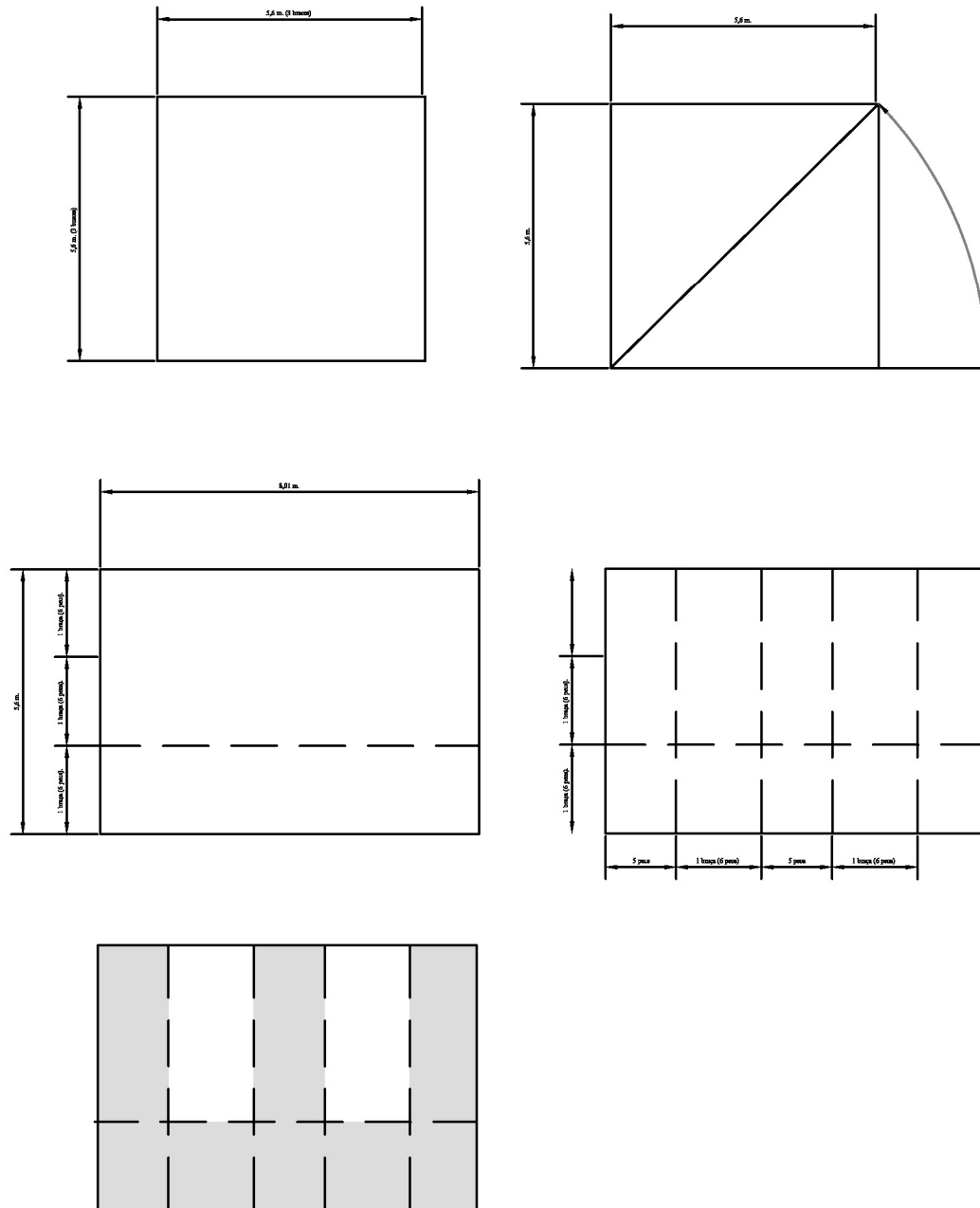


Figura 97. Procés geomètric constructiu de la torre Y-Z d'Alorda Park

#### 4.2.2.10 Castellet de Banyoles (Tivissa, Ribera d'Ebre)

Les torres pentagonals de Tivissa constitueixen un sistema poliorcètic únic dintre del context ibèric peninsular (fig. 98), a excepció feta de la torre del poblat ibèric de la Serreta (Alcoi), l'ortogonalitat de la qual ha estat posada recentment en dubte (Olcina 2005, 169).

La recerca al voltant del sistema defensiu del Castellet de Banyoles s'ha centrat especialment en la seva justificació com a element militar datat a finals del segle III aC, en el context de la segona guerra púnica i justificat com la millor defensa contra la maquinària d'artilleria púnica i romana, tal i com defensen els principals tractadistes grecs com Filó de Bizanci o Enees el Tàctic. En aquest sentit, ha estat proposada la participació directa d'arquitectes hel·lenístics arribats probablement d'Empúries per a la construcció del dispositiu defensiu (Gracia Alonso et al. 1991, 74).



Figura 98. Vista frontal de les torres pentagonals del Castellet de Banyoles.

Recentment, la revisió d'aquestes estructures i la seva funcionalitat militar han portat a concloure que aquest sistema defensiu es tractaria d'una creació ibèrica que interpreta uns models constructius grecs amb finalitat d'ostentació i prestigi, més que una funcionalitat purament militar per a la qual aquesta construcció no estaria preparada (Moret 1996, 217-218; Müller 1996, 101; Moret 2000-2001; Moret 2001, 142; Quesada 2001, 148). La diferència principal respecte a les construccions d'aquest tipus a Grècia, on per altra part no és massa comú aquesta solució constructiva, és la

disposició de la torre. En el cas grec, la torre mai se situa a l'entrada, sinó que es col·loca al llenç de muralla per flanquejar els angles morts de la resta de les torres, com es documenta a la fortificació d'Alabanda a Cària i a Oenoanda a Lícia (McNicoll 1997, 125).

Les dues torres presenten uns condicionants constructius que garanteixen *a priori* la intencionalitat de plantejar estudis mètrics. Així, es tracta de construccions de nova planta, que no estan condicionades per edificacions anteriors i, per tant, sembla clar el plantejament geomètric regular. En segon lloc, el fet que sembla més definitori d'un plantejament previ constructiu és l'alt grau de sofisticació tècnica i constructiva, que reflecteix una preocupació clara de la comunitat per disposar d'un avançat sistema defensiu, amb la forta càrrega de simbolisme ideològic comunal que això representa. Només cal comparar la tècnica constructiva emprada a la torre, amb l'arquitectura de l'hàbitat intern de l'assentament per advertir com els principals esforços constructius comunitaris es van centrar en les portes.

La primera interpretació metrològica d'aquestes torres va ser efectuada per P. Moret, qui indica que reproduïxen una figura geomètrica regular conformada per un triangle equilàter adossat a un quadrat, amb un costat de 24 *pedes osci* de 0,275 m (6,6 m) (Moret 1998, 89; Moret 2002, 206). Posteriorment, una revisió d'aquest estudi portada a terme per J. Noguera<sup>78</sup> matisa les dades proposades anteriorment. En aquest sentit, la seva anàlisi se centra en els esperons de les torres com a element geomètric regulador al qual se li adossa el cos quadrangular. Així l'atribució d'un sistema modular es va realitzar en aquests esperons triangulars, proposant l'ús d'un peu de 0,315 m (Noguera 2002, 124).

Les mesures agafades *in situ* de les dues torres reflecteixen força variabilitat, i la construcció no és completament regular i ortogonal, sinó que sembla que s'adaptaria al punt final de l'istme on es situa el poblat, i al mateix temps s'orienten cap al punt central del corredor d'entrada al jaciment. La torre nord és la que presenta una major regularitat, i és en la qual han estat centrades les interpretacions metrològiques realitzades pel moment. Així les mesures exteriors del quadrat oscil·len entre 6,40 i 6,70 m, mentre que les mesures del costat del triangle es mouen entre els 6,10 i els

---

<sup>78</sup> La proposta d'aquest investigador està mesurat sobre el terreny, a diferència de la planta amb la qual està basada la proposta de P. Moret, d'aquí que entre unes i altres la diferència pugui arribar a variar fins prop d'un metre.



6,6 m (fig. 99). L'únic element que mostra una repetició a nivell modular és l'amplada dels murs de les torres, els quals fan una amplada de 1,10 m.

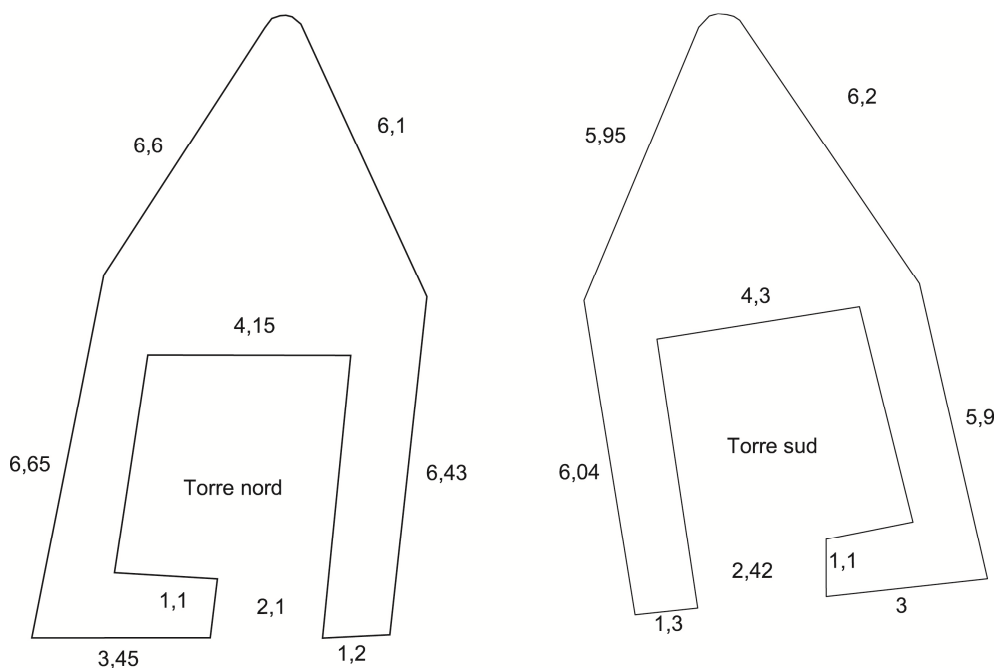


Figura 99. Planta de les torres pentagonals de Tivissa amb indicació de les principals mesures expressades en m.

Lluny de l'ortogonalitat d'altres torres defensives ibèriques, la variabilitat d'aquestes mesures farà que tot plantejament metrològic sigui aproximatiu. Així, l'amplada dels murs, que seria la mesura més petita de tot el conjunt, encaixa bé amb 4 peus de 0,275 m com apuntava P. Moret. Si comparen aquesta mesura amb el plantejament proposat per a l'interior de l'assentament veiem com hi hauria, per tant, una diferenciació a nivell mètric dintre de l'assentament. Aquest element no seria estrany, ja que al Puig de Sant Andreu d'Ullastret hem pogut observar com s'estan emprant dintre d'un mateix assentament dos sistemes mètrics diferents. Al darrer assentament, la diferència metrològica indica una variant cronològica, mentre que al Castellet de Banyoles pot reflectir una diferenciació en l'aspecte constructiu, ja que amb la idea de plantejar una construcció de prestigi es volgués agafar un model hel·lenístic, amb el seu conseqüent plantejament metrològic. El fet que es tracti de l'únic sistema constructiu d'aquestes característiques al context ibèric podria confirmar aquesta hipòtesi.

En qualsevol cas, l'atribució d'aquestes torres resta encara problemàtica. En el darrer estudi aprofundit de l'arqueòleg francès es planteja com a plausible fins a un total de quatre unitats de mesura possibles (Moret 2008, 204). Les darreres excavacions efectuades a l'assentament s'han centrat en aquest sector de

l'assentament, per tal de definir la cronologia exacta d'aquesta obra defensiva. En aquest sentit, les intervencions realitzades semblen ubicar la construcció dintre de la mateixa fase que l'assentament (finals del segle III aC), tot i que les dades arqueològiques disponibles actualment no permeten fixar clarament la seva datació, essent possible una cronologia més avançada<sup>79</sup>. D'aquesta manera, si comparem les mesures preses *in situ* i les propostes de restitució metrològica ens inclinem a definir, amb totes les reserves possibles, com a unitat de mesura un peu d'aproximadament 0,27 m. Hem escollit aquesta mesura, ja que és l'única que proporciona una restitució amb números sencers (24 peus de costat) i que, a més, pot ser expressada mitjançant sistemes de mesures coherents com és la braça. Així, es planteja una base quadrada de 4 brases de costat. A més a més, aquesta mateixa mesura és aplicable a la separació entre les dues torres, que té una mesura de 12 peus o dues brases. Volem fer notar aquí la dificultat en ocasions de la metrologia per poder fer restitucions exactes, ja que moltes vegades el pla inicial i la plasmació arquitectònica difereix.

El plantejament geomètric que ens sembla més coherent és el presentat recentment per Pierre Moret, tot i que amb lleugeres modificacions. L'esquema base, amb el qual coincidim és el format per un quadrat de 24 peus de costat, amb un triangle també de 24 peus de costat (Moret 2008, 203). Aquest triangle frontal és exactament un triangle equilàter amb una obertura angular de 60° (fig. 100). El triangle es pot formar a partir del costat nord del quadrat de 24 peus de llargada; així, si tracem dues circumferències amb centre a cadascun dels costats del quadrat i prenent com a radi el costat, obtenim una secant on el punt de tall de les circumferències és el rectangle equilàter de 24 peus de costat (fig. 101). Es tracta d'una construcció aparentment complexa, però que geomètricament és de gran senzillesa i per poder ésser dissenyada només és necessària la utilització d'un compàs o una corda, en el seu defecte. En qualsevol cas, creiem que és un projecte constructiu unitari, on no es pot apreciar quin dels dos elements geomètrics es disposa primer, sinó que aquesta diferenciació només correspondria en el disseny previ de l'obra. En el moment d'execució de la construcció, el conjunt de les torres és projectat al mateix temps, per tal d'assegurar una major estabilitat i no provocar possibles fissures.

---

79 Informació proporcionada per Rafel Jornet i David Asensio, directors de les excavacions al Castellet de Banyoles de Tivissa.

## Metrologia ibèrica a Catalunya i el País Valencià

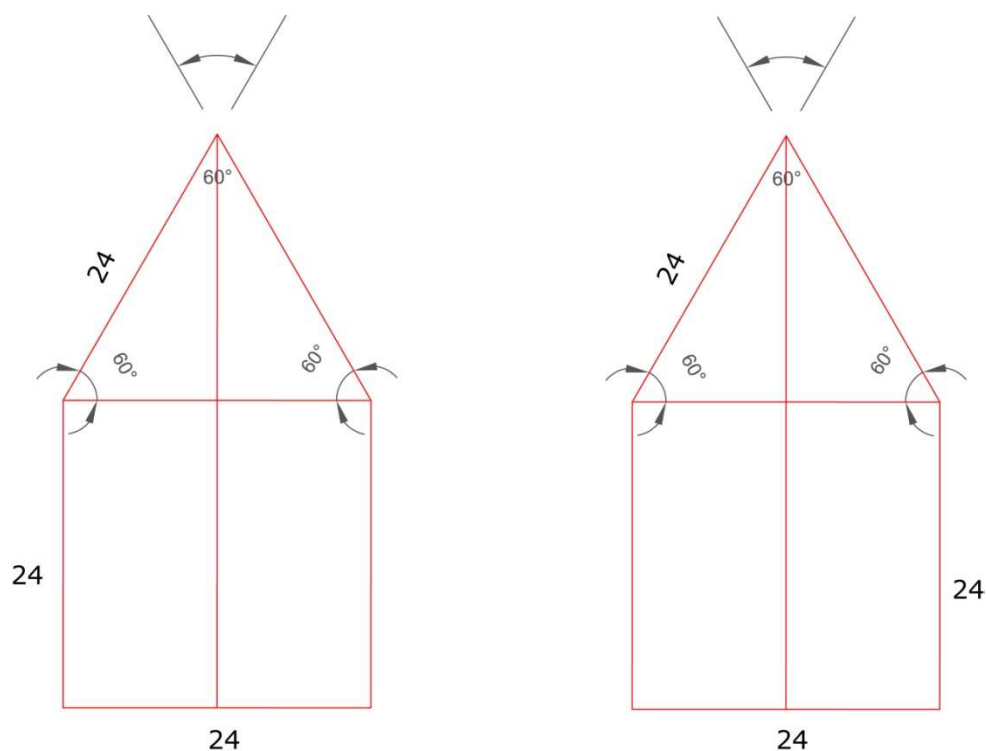


Figura 100. Proposta de restitució de les torres, a partir d'un quadrat de 24 peus de costat (6,6 m) i triangle equilàter de 24 peus de costat.

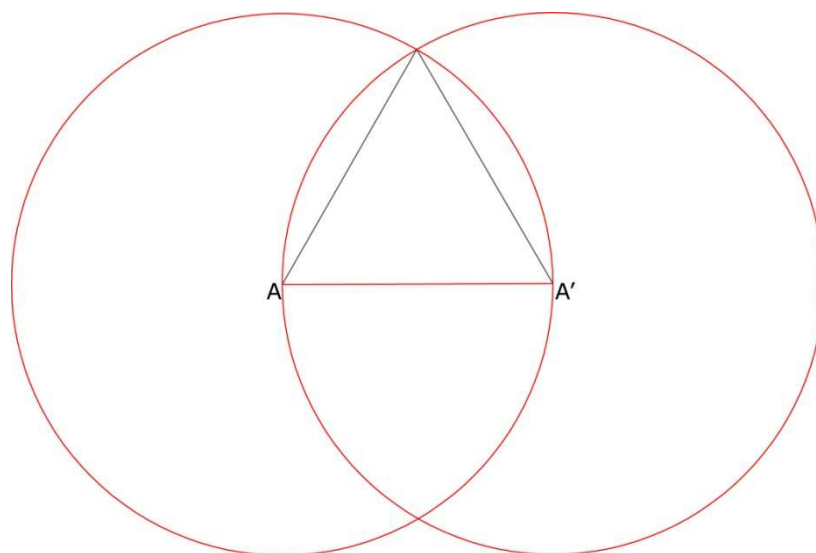


Figura 101. Procés de construcció del triangle equilàter de les torres, a partir de la línia A - A' corresponent al costat nord del quadrat de 24 peus o 6,6 m.

#### 4.2.2.11 Castellot de la Roca Roja (Benifallet, Ribera d'Ebre)

Els estudis portats a terme recentment en aquest petit nucli fortificat de l'Ebre per part de la Universitat de Barcelona han permès definir la morfologia d'aquest assentament datat al segle V - II aC amb un important sistema defensiu que es compon d'una muralla de múltiples paraments, una torre al sud i un possible bastió al nord (Belarte *et al.* 2002). Aquesta torre presenta una estructura rectangular i una divisió en dues cambres que es posa en relació amb la torre de la Ciutadella Ibèrica d'Alorda Park.

El sistema defensiu del poblat es compon d'una muralla de múltiples paraments, una torre al sud i un possible bastió al nord (Belarte *et al.* 2002, 92-95). L'estudi metrològic en profunditat s'ha centrat en la torre sud (fig. 102), la qual serviria com a defensa de l'accés principal a l'assentament i és la construcció més antiga del sistema defensiu.



Figura 102. Vista frontal de la torre bipartida del Castellot de la Roca Roja.

Morfològicament aquesta torre presenta una estructura rectangular i una divisió en dues cambres, el paral·lel més proper de la qual el tenim a la torre Y-Z d'Alorda Park, que ja hem analitzat anteriorment, junt amb la problemàtica de les torres de planta bipartida al món ibèric.

La torre del Castellot de la Roca Roja amida exteriorment 8 per 7,10-6,70 m, amb unes cambres interiors no completament regulars ja que mesuren 4,15 m de llargada per 2,25-2,75 m d'amplada. Interiorment, està formada per dues cambres de 2,24 i 2,72 m d'amplada, per 4,16 m de llargada. Els murs exteriors presenten una amplada de 1,30 m, mentre que l'envà interior té una amplada de 0,47 m.

Aquesta torre va ser estudiada mètricament per J. Noguera qui va observar que es repeteix constantment un patró modular de 0,32 m, el que dona com a resultat unes mesures de 25 peus al costat frontal, 22 peus als seus costats laterals, i 4 i 1,5 peus, respectivament, a l'amplada dels murs (Noguera 2002, 123) (fig. 103). Estem d'acord en aquest plantejament, tot i que no es pot apreciar cap relació constructiva entre tots dos costats, ni cap plantejament geomètric. Això respon al fet que, a diferència de la torre Y-Z d'Alorda Park, la torre del Castellot de la Roca Roja no s'ajusta a un plantejament estrictament geomètric ortogonal, ja que les seves mides estan condicionades per l'espai disponible i l'adaptació a la disposició del relleu. En aquest sentit, la descomposició de tots dos costats no es pot relacionar amb cap de les aproximacions documentades a l'arquitectura defensiva ibèrica.

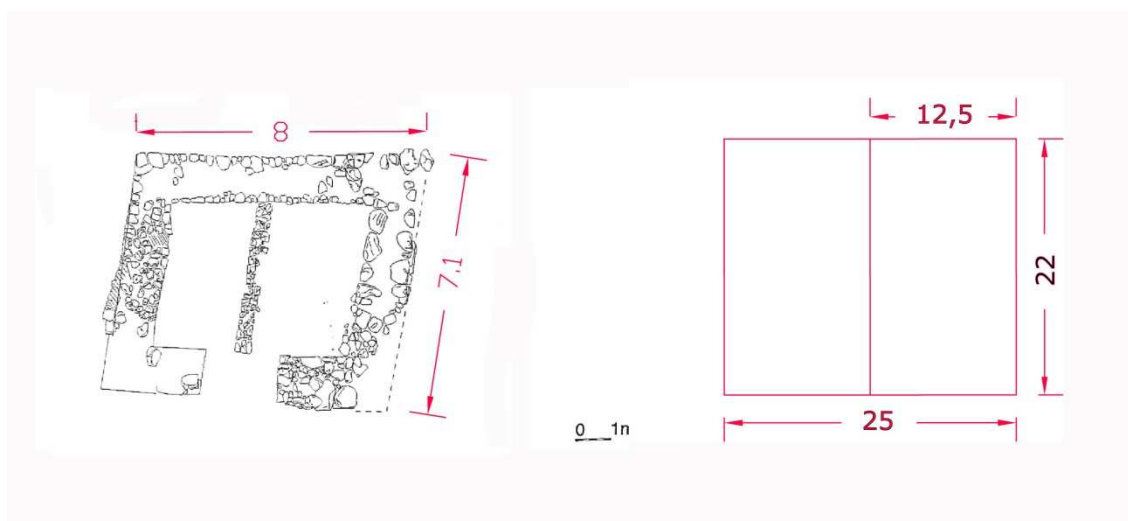


Figura 103. Planta de la torre bipartida del Castellot de la Roca Roja (modificada a partir de Noguera 2002) i indicació de les mesures exteriors en m i restitució mètrica en peus de 0,32 m.

Únicament es pot plantejar que l'eix del mur de compartimentació se situa exactament en el punt central de la llargada de la torre, és a dir a 4 m de l'exterior dels murs, el que correspon també amb el centre de l'entrada a la torre. D'aquesta manera, l'espai de la torre es compartimenta interiorment en dos rectangles de 12,5 per 22 peus, podent plantejar la possible utilització de la braça de sis peus com a sistema de mesura aproximat.

#### 4.2.3 Arquitectura cultural

##### 4.2.3.1 Puig de Sant Andreu (Ullastret, Baix Empordà)

A l'*oppidum* del Puig de Sant Andreu s'ha documentat l'existència de tres temples, els quals funcionarien en distintes fases de l'assentament; el temple B és el més antic i cal situar-lo a meitat del segle IV aC, mentre que els temples A i C es poden datar durant el segle III-II aC, essent el temple C el més modern de tots dos (fig. 104).

Els treballs d'excavació es van iniciar a mitjans dels anys cinquanta i seixanta del segle passat per M. Oliva. En aquest moment, es va completar l'excavació del temple A i B, mentre que del temple C es va deixar un testimoni arqueològic que ha permès realitzar una intervenció recent que ha pogut restituir la cronologia de les construccions de culte de l'acròpolis (Casas *et al.* 2005). Segons aquests autors, els temples A i C, situats al punt més elevat de l'assentament haurien funcionat de manera conjunta, com indica la habilitació del terreny per tal de bastir-los. L'amortització de la cisterna, que funcionaria amb els dos temples indica com almenys un d'aquests hauria estat en ús fins a inicis del segle I dC. En aquests dos temples, s'ha proposat una clara influència forana pel fet que s'orienten cap a l'est, a diferència del que ocorre amb la majoria de recintes de l'assentament, que obren les seves portes cap al sud i sud-oest. Els temples presenten un estat de conservació diferent: mentre que del temple A es conserva pràcticament la seva planta sencera, considerablement restaurada per M. Oliva, el temple B no es conserva en la seva totalitat fruit d'un arrasament posterior, i el temple C és el més afectat, documentant-se únicament tres murs que configurarien un espai *in antis* amb avantsala porticada i cel·la.



## Metrologia ibèrica a Catalunya i el País Valencià

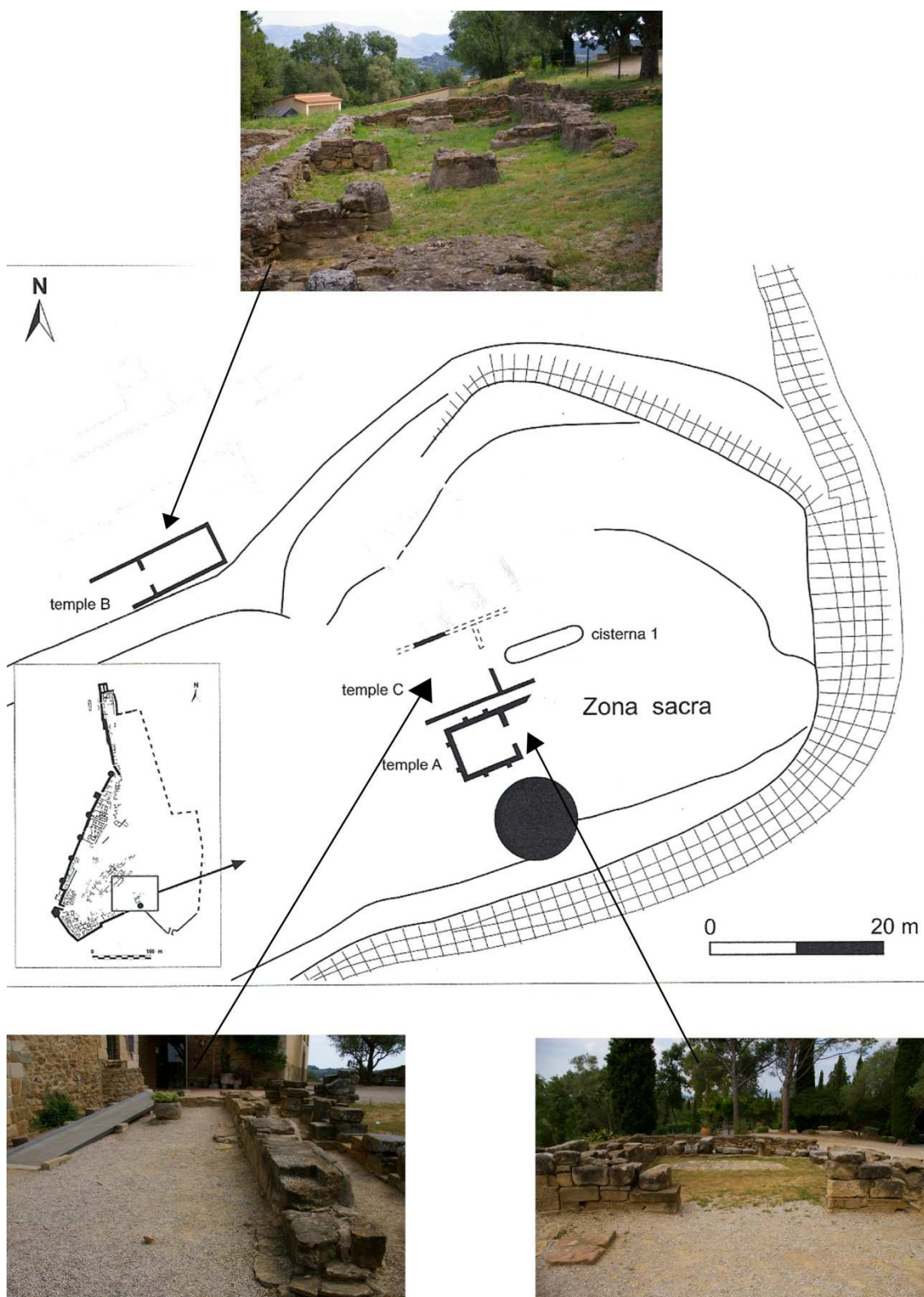


Figura 104. Planta dels temples i la seva ubicació dins de l'oppidum del Puig de Sant Andreu d'Ullastret (segons Casas et al. 2005, 998) i vistes frontals de les restes conservades.

El temple B és el primer recinte de culte construït, fins el moment, a l'assentament del Puig de Sant Andreu d'Ullastret. Aquesta edificació se situa a l'inici de la vessant nord on se situen els temples A i B, sense diferenciació espacial de la resta d'estructures d'hàbitat de l'assentament, la qual cosa va portar a què en el moment de la seva identificació i excavació, durant l'any 1964, no va ser interpretat com a recinte de culte, sinó com a dos departaments més, tot i que ja es van adonar que aquests funcionaven de manera conjunta (Casas *et al.* 2005, 990).

L'edifici presenta una planta rectangular amb una gran cel·la precedida per una avantsala porticada. Els murs perimetrals estan construïts amb maçoneria de gres local i lligats amb terra, i presenta un doble parament irregular. La planta de l'estructura es conserva gairebé en la seva totalitat, a excepció del costat sud-oest, afectat per arrasaments moderns. Afortunadament, es pot disposar de les mesures general que hauria tingut l'estructura, el que ens permet apropar-nos a la seva possible relació constructiva. Exteriorment, l'edifici amida 21 per 6,8 m, amb una cel·la principal de 11,41 per 5,57 m i una avantsala de 5,5 per 7,68 m, amb uns murs que tenen una amplada irregular situada entre 0,45 i 1,06 m.

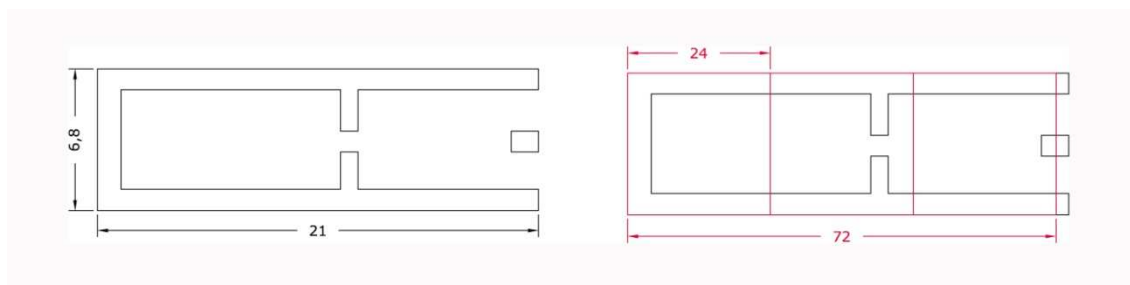


Figura 105. Planta del temple B amb indicació de les mesures exteriors en m (esquerra) i restitució en mòduls de 24 peus de 0,29 m (dreta).

En un primer apropament a les mesures generals de l'estructura podem apreciar com s'estableix pràcticament una relació 3 a 1 entre la llargada i l'amplada; així, la divisió entre els dos costats proporciona un valor de 3,08, proper al valor de 3 que es correspon amb la relació anteriorment esmentada. Plantegem, per tant, un mòdul situat entre 6,8 i 7 m, de manera que la llargada del temple es pot plasmar com una addició de tres mòduls quadrangulars de 7 m de costat, fins a configurar una planta de 21 m de llargada. Mitjançant aquesta restitució modular proposem una unitat de mesura de 0,29 m, que correspon a un mòdul de 24 peus o 4 brases i a partir de la qual obtenim una planta rectangular de 72 peus o 12 brases de llargada, per 24 peus d'amplada (fig. 105). L'esquema constructiu allargat recorda a les proporcions dels primers temples grecs, considerablement estrets i llargs, com per exemple el temple B



d'Himera (meitat segle VI aC), que es caracteritza també per un esquema modular basat en una relació 3 a 1 (Tommasello 2005, 203; Mertens 2006, 90).

Pel que respecta a la unitat metrològica emprada, podem apreciar com aquesta coincideix amb la unitat de mesura que hem pogut identificar a la torre IV, corresponent a l'ampliació del sistema defensiu datat també durant el segle IV aC.

Per la seva part, el temple A és un temple *in antis*, realitzat amb carreus de gres i parament de tipus poligonal. La cel·la es reforça exteriorment per la presència d'uns contraforts i interiorment disposaria d'un paviment d'*opus signinum* que no ha estat conservat. Pel que fa les mesures del temple, s'ha de tenir en compte que aquestes haurien estat possiblement modificades amb la restauració realitzada per M. Oliva<sup>80</sup>; seguint les dades presents a la publicació, s'indica com el gruix dels carreus dels murs és de 0,56 m, tot i que es pot arribar fins als 0,6 i 0,7 m d'amplada (Casas *et al*, 2005, 991). Exteriorment, ens podem aproximar a les mesures generals de l'estructura, que té una planta de 9,10 de llargada per 6,22 m d'amplada. Internament, la cel·la té unes mides de 5,75 m de llargada per 5 m d'amplada, mentre que l'avantsala amida 2,16 per 5 m.

A partir de les mesures exteriors de l'edifici observem com la divisió entre els dos costats proporciona un valor de 1,46, el que s'aproxima a una relació 3 a 2, que correspondria a un valor de 1,5. Mitjançant aquestes mesures i la proporció identificada, plantejem un mòdul constructiu que se situa entre 3,03 i 3,1 m, que es correspon a 3 i 2 vegades la planta del temple. Aquest mòdul es pot relacionar amb una unitat de mesura que se situa entre 0,3 i 0,31 m, el que es correspon amb 10 peus o dues passes de mesura i amb la qual obtenim una planta de 30 per 20 peus, amb una amplada dels murs corresponent a 2 peus aproximadament; així mateix, aquest mòdul també es pot relacionar amb una unitat situada entre 0,51 i 0,52 m, el que es correspondria amb una planta general de 18 per 12 colzes, o bé 3 per 2 braces, seguint una base sexagesimal i una amplada dels murs lleugerament superior a un colze (fig. 106).

---

80 Indicació realitzada per G. de Prado a qui hem d'agrair totes les facilitats, informacions inèdites i mesures facilitades per la realització d'aquest treball.

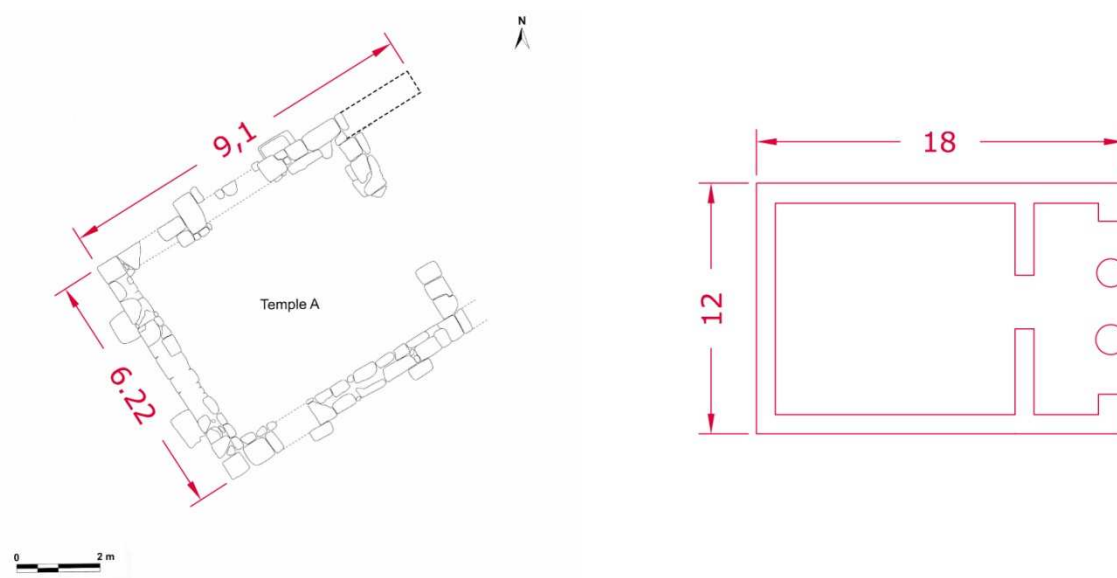


Figura 106. Mesura del temple A en m. S'ha restituit la llargada del mur occidental del temple, que no havia estat reflectit en la publicació (modificat a partir de Casas *et al.* 2005, 1001) i restitució idealitzada de la planta del temple expressada en colzes de 0,52 m.

Així, si prenem en consideració la primera unitat, apreciem com aquesta es correspon aproximadament amb el patró de mesures amb el qual es va plantejar tot el sistema defensiu del Puig de Sant Andreu i, per tant, podríem plantejar que no hi ha una diferenciació espacial a nivell metrològic, sinó una continuïtat al llarg de la vida de l'assentament. En qualsevol cas, la tècnica constructiva i els materials emprats que difereixen de la resta de les estructures constructives, juntament amb la diferència d'orientació i la seva ubicació indiquen una clara voluntat diferenciadora dels temples A i C. Els estudis realitzats indiquen la probable participació en la construcció o en el seu disseny d'arquitectes d'origen hel·lenístic, que haurien implantat, per tant, la seva unitat de mesura. En aquest sentit, creiem més coherent la utilització d'un sistema metrològic diferenciat del que ha estat emprat a l'assentament entre els segles V i IV aC, amb la qual cosa plantejem com a unitat de mesura més probable el colze de 0,52 m. Com hem pogut veure en el capítol sobre metrologia focca occidental (capítol 3.6), aquesta serà la unitat de mesura característica de les construccions foccees d'època hel·lenística (segle II aC), tal i com s'ha identificat al sistema defensiu de Marsella i a la més propera fortificació emporitana.

Per altra part, la relació constructiva 3 a 2 amb la qual ha estat dissenyat el temple es tracta d'una de les proporcions més emprades a l'arquitectura hel·lenística, per tal de plantejar edificis religiosos senzills com són els temples dístils *in antis*. Un dels primers models edilicis culturals basats en aquesta relació és el temple del Tresor d'Atenes de Delfos datat a inicis del segle VI aC, que guarda una relació entre llargada

i amplada de 1,46 (Mertens 2006, 385); un altre exemple és el temple de l'Atenea Niké d'Atenes, amb una cronologia de meitat del segle V aC i una relació entre tots dos costats de 1,513; el tercer exemple que podem incloure dintre d'aquest grup és el temple pròstil de Dionís de Pèrgam datat durant el segle II aC i que presenta una relació proporcional de 1,498 (Dinsmoor 1961); en darrera instància s'ha de comentar la relació 3 a 2 en el pla regulador del Tresor de Cirene (Hellmann 2002, 36). Així mateix, aquesta tradició constructiva perdurà en època tardorepublicana, essent l'esquema més emprat per aquest tipus de construccions. A aquest moment correspon el *sacellum in antis* identificat a Osca datat al segle I aC, que té unes mesures de 7,8 per 5,2 m i al qual s'ha proposat la utilització novament del colze de 0,52 m, amb una planta de 15 per 10 colzes (Asensio Esteban 2003, 96). Altres exemples que podem trobar a Hispània de l'aplicació d'aquesta relació són el temple I de *Pollentia* situat a l'angle nord-est del capitol i amb una datació anterior al segle I dC, amb unes mesures de 8,4 per 5,5 m (Equip d'excavació de Pollentia 1995, 216), que corresponen exactament amb 30 per 20 peus de 0,275 m; i, en darrera instància, l'edicle del Cerro del Molinete de Cartagena, amb unes mesures de 16,75 per 11,2 m (Ramallo i Ruiz 1994, 93) i que es correspon probablement amb una planta rectangular de 60 per 40 peus de 0,275 m. Aquest fet contrasta amb la descripció de la construcció dels temples *in antis* realitzada per Vitruvi, segons la qual el disseny d'aquest tipus de construccions està basat en una relació 2 a 1 dels costats «Cal distribuir la longitud del temple de tal forma que l'amplada sigui la meitat de la seva longitud [...]»<sup>81</sup>.

Pel que respecta al temple C, aquest se situa al nord del temple A, a una distància de només un metre i mig. Malauradament, l'estat de conservació és considerablement pitjor, ja que ha estat molt afectat per diferents construccions posteriors. La tècnica constructiva és la mateixa del temple A, és a dir, carreus de gres ben treballats i paraments de tipus poligonal, amb una pavimentació interior d'*opus signinum*. L'esquema constructiu respon novament a un mateix model de temple *in antis*, amb avantsala porticada i cel·la. La restitució metrològica d'aquest edifici és més complicada, ja que les restes conservades no permeten conèixer quina hauria estat la planta aproximada de la construcció, tot i que hauria estat una edificació de dimensions superiors a les del temple A. L'únic element que es presta a una anàlisi metrològica és l'amplada dels murs conservats, que mesuren tots 0,52 m d'amplada, el que pot remetre novament a la utilització d'una unitat de mesura corresponent a un

---

81 Vitruvi, *Deu llibres d'Arquitectura*, IV, 4, 27, op. cit. pàg. 84.

colze de 0,52 m, de manera que els murs perimetrals tindrien una amplada exacta d'un colze (fig. 107).

En aquest sentit, plantejem com els dos temples de l'acròpolis van ser bastits seguint un mateix esquema, i per extensió una mateixa unitat de mesura, en aquest cas el colze de 0,52 m. Com ha estat plantejat pels seus excavadors, tots dos temples van funcionar de manera conjunta, presenten un parament i una tècnica constructiva idèntics i van ser planificats en un mateix moment com demostra el condicionament del terreny per bastir tots dos temples (Casas *et al.* 2005, 996). En conseqüència, es pot plantejar que totes dues edificacions van ser planificades o construïdes per un mateix arquitecte o mestre d'obres de procedència hel·lenística, o bé format en l'arquitectura grega i, per tant, no seria estranya la utilització d'un mateix sistema metrològic per totes dues edificacions. Tal i com hem pogut apreciar en el cas de l'arquitectura defensiva de l'assentament, la influència o la participació directa d'especialistes militars d'origen grec és indubtable.

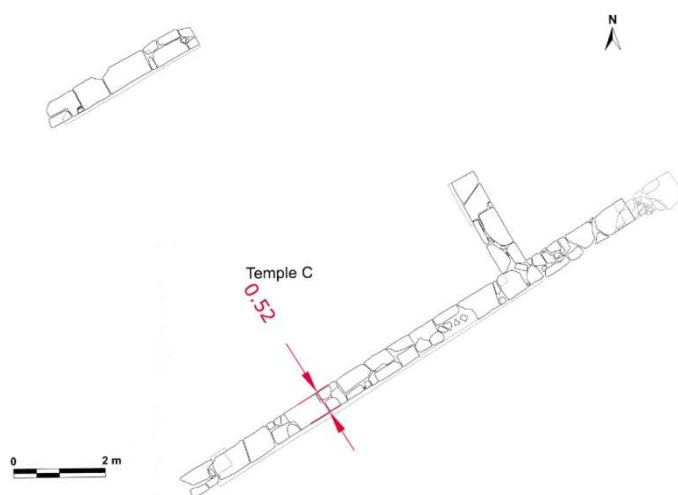


Figura 107. Planta del temple C del Puig de Sant Andreu, amb indicació de l'amplada mitjana dels murs perimetrals expressada en m i corresponent a una mesura d'un colze (modificada a partir de Casas *et al.* 2005, 1001).

Els temples de l'*oppidum* del Puig de Sant Andreu són els únics exemples clars d'edificacions de culte urbanes al món ibèric de Catalunya, motiu pel qual l'anàlisi metrològica identificada no pot ser comparada amb cap altre recinte, per tal d'establir possibles similituds o diferències. Els exemples d'arquitectura cultural ibèrica que hem analitzat, com veurem posteriorment (capítol 4.3.3) mostren uns esquemes diferents dels què hem pogut identificar al context ibèric septentrional i se situen dintre d'una òrbita cultural més propera al món semita occidental. En tot cas es poden avançar ja una sèrie de conclusions significatives, mentre que els dos temples de l'acròpolis han

estat construïts seguint un model i una metrologia d'herència hel·lenística, el temple B bastit anteriorment respon a una tècnica edilícia i un patró de mesures d'herència indígena, tot i que amb un disseny constructiu amb certs paral·lels al món grec occidental. A més a més, podem observar com el patró de mesures més comú és la braça de sis peus, que és l'element regulador tant del temple B com del temple A. En el mateix assentament, hem pogut documentar la utilització de la braça a la torre defensiva corresponent al sistema defensiu del segle IV, mentre que, com hem esmentat, la presència de la braça o ὀπυριά és freqüent en el context de l'arquitectura grega occidental, com per exemple a Emporion o Massalia. Proposem, per tant, que els primers recintes de culte, com és el cas del temple B i probablement el temple o santuari documentat a la zona 14, responen a una voluntat constructiva indígena, que es plasma amb la utilització d'una tècnica constructiva d'arrel clarament local i que es combina amb la continuïtat del sistema de mesures basat en el peu jònic de 0,296 m, que ja hauria estat totalment adaptat per la població després d'aproximadament dos segles de convivència. Aquesta perduració de la unitat de mesura, juntament amb la tècnica constructiva, mostra una escassa voluntat de diferenciació estructural, que es manifesta únicament pel fet de disposar aïllat l'edifici. La voluntat d'individualització de les estructures de culte, en canvi, es pot veure plasmada en els temples A i C, amb una disposició, un model i una tècnica constructiva clarament distants del que es pot trobar a la resta de l'assentament i on, en aquests casos, s'està emprant la unitat de mesura característica d'aquest moment hel·lenístic al context foceu occidental. La mancança d'estructures metrologicalment analitzables, datades entre els segles IV i III aC ens incapacita per saber si el peu jònic continuaria en ús o bé si hauria estat suplantat per altra unitat; per altra part, el desconeixement d'altres estructures contemporànies als temples A i C, ens impedeix saber si la utilització d'aquesta unitat es pot considerar com un *unicum* dintre de l'assentament, o si bé es correspon amb una tendència generalitzada en els darrers moments d'ocupació ibèrics de l'*oppidum*.

### **4.3 Aproximació a la metrologia ibèrica al País Valencià**

#### **4.3.1 Urbanisme i distribució de l'espai habitat**

##### *4.3.1.2 Puntal dels Llops (Olocau, Camp de Túria)*

El fortí ibèric del Puntal dels Llops d'Olocau va ser fundat a finals del segle V aC a 10 quilòmetres de la capital del territori edetà, amb una funcionalitat clara de defensa de la principal ciutat ibèrica de la regió central del País Valencià. L'assentament se situa al punt més elevat d'un turó a 427 m sobre el nivell del mar, dintre de l'actual Serra Calderona, en un lloc estratègic de control de les vies que comunicaven Edeta o Tossal de Sant Miquel amb la ciutat d'Arse-Saguntum i amb la regió de l'Alt Palància al nord, seguint l'anomenat Barranc del Carraixet.

El jaciment va ésser excavat en la seva totalitat entre els anys 1978 i 1985, per part del Servei d'Investigacions Prehistòriques de la Diputació de València, sota la responsabilitat d'Helena Bonet i Consuelo Mata. Les reduïdes dimensions de l'assentament (prop de 900 m quadrats) han permès definir la seva estructura urbana completa, el que ens ha ajudat enormement per tal de poder plantejar restitucions metrològiques, en un cas similar al dels assentaments de reduïdes dimensions que han estat excavats a Catalunya com els Estinclells, el Puig Castellet o el Turó Rodó. Les dades referents al jaciment s'han concentrat en dues monografies (1981 i 2002), la primera de les quals es va centrar en els primers sondejos, mentre que la segona és la publicació més detallada disponible, que recull totes les intervencions dutes a terme, així com els treballs de consolidació, les restitucions infogràfiques i el complet inventari de materials.

El primer hàbitat sobre el turó correspon a un assentament emmurallat de l'edat del bronze que va ser abandonat i reocupat posteriorment durant el període ibèric ple, aprofitant part del recinte defensiu com a basament i afegint-se una torre de planta quadrangular feta amb carreus ben escairats, a diferència de la resta del sistema defensiu, que està realitzat amb pedra petita sense escairar. En qualsevol cas, la possible restitució mètrica de la torre defensiva del Puntal dels Llops és un tema que serà tractat més endavant.

En aquest apartat ens centrarem en l'estudi del plantejament urbanístic constructiu del fortí. L'organització interna de l'assentament presenta una estructura simple amb estances adossades a la muralla, compartint paret mitgera i obertes a un carrer central longitudinal (Bonet i Mata 2002, 33) (fig. 108). Tots els departaments presenten una

mateixa planta allargada rectangular sense divisions internes i amb la característica principal de la multifuncionalitat dels espais.



Figura 108. Vista superior de l'urbanisme intern del Puntal dels Llops des del nord, al fons el Camp de Túria i la ciutat d'Edeta.

Tota aquesta ordenació urbanística correspon al moment de reestructuració de l'assentament en època ibèrica, en què es crea una planta totalment *ex novo*, que canvia totalment l'entramat urbanístic anterior i que es manté pràcticament sense variacions al llarg de tota l'ocupació humana del recinte.

Per tal de poder plantejar restitucions metrològiques hi ha tota una sèrie de factors que ens han servit de molta ajuda:

Per una part, cal destacar el fet que tots els departaments responen a un mateix moment constructiu, sense que les diferents reformes puguin interferir en les nostres propostes

En segon lloc, hem d'agrair la documentació exhaustiva de totes les estructures constructives que han estat recollides en la darrera monografia de l'assentament, on prèviament a la consolidació del jaciment es va precisar l'amplada i llargada de tots els murs, a més de l'amplada de les portes, fet que no és gaire freqüent a les monografies sobre els diferents assentaments ibèrics. De la mateixa manera, també es fa detallada



descripció dels elements d'arquitectura en terra recuperats in situ a l'excavació, especialment les mesures de les toves, que ens han servit per poder comparar les propostes mètriques i modulars.

En darrer lloc, el fet de tractar-se d'un assentament excavat completament ens permet comparar totes les propostes als diferents departaments, per obtenir una visió de conjunt.

El nostre treball de camp s'ha centrat en la comprovació de les amplades dels diferents departament, ja que en un primer cop d'ull es feia bastant evident la regularitat en la seva distribució. Per l'amplada dels murs i de les portes hem agafat les mesures que s'indiquen a la publicació de la monografia, ja que després de la consolidació dels murs aquests poden haver variat lleugerament el seu gruix.

En una primera aproximació a la planta del jaciment es pot apreciar un mateix esquema constructiu als departaments que ocupen la part central, amb espais monocel·lulars allargats oberts al carrer. Els únics departament diferents són el número 6 i els espais situats a l'extrem (departaments 15, 16 i 17) que es troben més arrasats i no segueixen la disposició rectangular perquè s'adapten a la morfologia semicircular de la planta.

Per l'amplada dels departaments hem pres les distàncies interiors entre els murs mitgers, on hem pogut observar uns valors bastant similars, que oscil·len entre els 2,7 m del departament 4 i els 3,05 m d'amplada del departament 9 (fig. 109). El valor que es repeteix més sovint són els 2,95 m, que es correspon amb l'amplada interior dels departaments 1, 3, 11 i 12.

A partir de les amplades dels espais interns podem apreciar, estadísticament, una agrupació de valors o moda que se situa en 2,95 m, mentre que la mitjana de totes aquestes amplades es correspondria amb 2,90 m. Metrològicament podem concloure que ens trobem davant d'una unitat modular que es pot identificar, probablement, amb un peu situat entre 0,29 i 0,296 m, expressat en forma d'una *pertica* de 10 peus o bé de dues passes de 5 peus. Com hem pogut observar, les desviacions són poc significatives (entre un 5 i un 0,33%), a excepció únicament del departament 4 que presenta una variació de 0,2 m respecte al probable mòdul (8,7%). Prenent en consideració totes les possibles variabilitats tant originals com postdeposicionals, podem considerar aquesta diferència dintre dels límits raonables.



## Metrologia ibèrica a Catalunya i el País Valencià

Departament	Amplada	Mòdul probable	Desviació mitjana
1	2,95 m	2,95-6 m. (10 peus)	0,01 m – 0,33%
2	3 m	2,95-6 m. (10 peus)	0,04 m – 1,35%
3	2,95 m	2,95-6 m. (10 peus)	0,01 m – 0,33%
4	2,7 m	2,95-6 m. (10 peus)	0,2 m – 8,7%
5	2,8 m	2,95-6 m. (10 peus)	0,16 m – 5,4%
7	2,8 m	2,95-6 m. (10 peus)	0,16 m – 5,4%
8		2,95-6 m. (10 peus)	
9	3,05 m	2,95-6 m. (10 peus)	0,09 m – 3%
10		2,95-6 m. (10 peus)	
11	2,95 m	2,95-6 m. (10 peus)	0,01 m – 0,33%
12	2,95 m	2,95-6 m. (10 peus)	0,01 m – 0,33%
13	2,85 m	2,95-6 m. (10 peus)	0,11 m – 3,7%
14	3 m	2,95-6 m. (10 peus)	0,04 m – 1,35%
Mitjana	2,90 m		0,06 m – 2%
Moda	2,95 m		0,01 m – 0,33%

Figura 109. Taula amb les amplades dels departaments i probable unitat modular.

El següent pas és intentar identificar aquesta unitat en altres llocs de l'assentament, per tal de donar validesa a la nostra proposta. El segon element on trobem una regularitat gairebé estandarditzada és a l'amplada dels murs. Tal i com ha estat indicat a la monografia, els murs tenen unes dimensions constants entre 0,40 i 0,45 m (Bonet i Mata 2002, 106) (fig. 110). Aquest valor no remet, sinó a 1,5 vegades el mòdul de 0,29-6 m, és a dir, en aquest cas s'està fent servir per l'amplada del mur un colze associat a aquest peu. De la mateixa manera, a les portes dels departaments també podem trobar la prova de la utilització del mateix sistema de mesures. En aquest cas, totes les portes se situen entre 0,7 i 1 metre, la mitjana de totes aquestes

amplades dóna un valor de 0,88 m, que es correspon gairebé de manera exacta amb tres peus de 0,296 m (desviació estàndard de 0,04%).

Departament	Mur Nord	Mur Sud	Mur façana	Porta
1	0,50 m.	0,50 m.	0,45 m.	1 m.
2	0,50 m.	0,50 m.	0,45 m.	1 m.
3	0,50 m.	0,50 m.	0,45 m.	0,70 m.
4	0,45 m.	0,45 m.	0,45 m.	1 m.
5	0,50 m.	0,50 m.	0,45 m.	0,95 m.
7	0,55 m.	0,40 m.	0,40 m.	0,85 m.
8	0,50 m.	0,40 m.	0,50 m.	0,90 m.
9	0,45 m.	0,55 m.	0,45 m.	1 m.
10	0,45 m.	0,45 m.	0,45 m.	0,90 m.
11	0,45 m.	0,45 m.	0,45 m.	0,80 m.
12	0,40 m.	0,45 m.	0,45 m.	0,90 m.
13	0,40 m.	0,40 m.	0,45 m.	0,70 m.
14	0,50 m.	0,40 m.	0,45 m.	0,80 m.
Total	6,15 m.	5,95 m.	5,85 m.	11,5 m.
Mitjana	0,47 m.	0,457 m.	0,45 m.	0,88 m.
Desviació est.	4,25%	1,5%	0%	0%

Figura 110. Taula d'amplades dels murs, adaptat a partir de Bonet, Mata 2002, 37, cuadro 1.

Un altre element on ha estat possible recuperar unitats modulars són les toves. S'han pogut conservar exemplars sencers *in situ* en els murs dels departaments 4, 5 i 6, així com a l'enderroc del departament 4 i 5 (Bonet, Mata 2002, 56, 69). El mòdul que es retroba de manera més freqüent, tal i com indiquen els seus excavadors, és la tova de 0,4 x 0,3 x 0,10 m, que s'identifica repetidament a la muralla i als altres departaments (Bonet, Mata 2002, 104). Per altra part, també ha estat apuntada l'existència d'un segon mòdul de 0,4 x 0,24 x 0,10 m, que només ha estat identificat en

un sol individu al departament 5. L'escassa diferència de l'amplada d'aquesta tova respecte al mòdul anterior (6 cm), i el fet d'identificar-se'n només una unitat, ens portaria a pensar que es tractaria del mateix mòdul. Prenent com a base el mòdul de 0,4 x 0,3 x 0,10 m podem plantejar la utilització novament del peu de 0,29-6 m com patró regulador. D'aquesta manera, s'hauria fet servir aproximadament un sistema de tipus lidi, en el qual la llargada de la tova és equivalent a 1,5 vegades la seva amplada (Martin 1965, 54).

Com es pot observar, l'amplada dels murs és indissociable de la llargada de les toves, ja que aquestes, quan han estat conservades *in situ*, es disposen de través, de manera que la llargada de la tova equival a l'amplada del mur. Aquest fenomen es dóna a la primera filada de l'aixecament en terra, que es l'única conservada de manera regular (departament 6, 5 i 4). Excepcionalment, quan es conserva més d'una filada de toves com és el cas del mur de façana del departament 6, el mur sembla presentar un aparell de llarg i de través. La dificultat rau en saber què està supeditat a què, és a dir, si l'amplada del mur depèn de les dimensions de les toves o, si bé, per contra és l'amplada del mur la que condiciona les mesures de les toves. Aquesta qüestió ja ha estat plantejada sense resposta anteriorment: "el tamaño de los adobes es muy variable y dependerá del molde utilizado y, quizás, del zócalo preexistente al que se debe amoldar, a no ser que, por el contrario, la anchura de ese zócalo dependa de los adobes" (Sánchez 1999, 174). En el cas de l'arquitectura protohistòrica a la vall de l'Ebre, quan la tova es disposa de través és normal que aquesta ocupi tota l'amplada del mur (Asensio Esteban 1995, 34). Al context ibèric, quan es conserva l'elevació *in situ* de terra, es veu un predomini en la col·locació de les toves de llarg, com és el cas de l'Illa d'en Reixac d'Ullastret, el Castellet de Banyoles de Tivissa o el Castellet de Bernabé de Lliria. Igualment, quan aquests es disposen de llarg l'amplada dels murs també sol correspondre amb l'amplada d'una tova (al voltant de 0,2 m), o bé amb l'amplada de dues toves (al voltant de 0,4 m) (Belarte 1997, 68).

D'aquestes qüestions es desprèn l'estreta relació entre l'amplada dels murs i els aixecaments de tova, bé sigui disposades aquestes de llarg o de través. La multiplicitat de les mesures de les toves en altres contextos ibèrics, i el fet de trobar-ne de partides per tal d'adaptar-les als murs ens porta a considerar més que siguin les toves les que s'adaptin a l'amplada dels murs existents.

En resum, al cas del Puntal dels Llops d'Olocau tenim una de les principals mostres d'adaptació metrològica integral durant l'ibèric ple, similar als plantejaments que hem pogut identificar pels assentaments d'un moment més avançat. El fet de

disposar d'una única fase constructiva ideada i projectada *ex novo* ens ha permès proposar una restitució metrològica integral de tot l'assentament. Aquest hauria estat plantejat completament seguint una unitat de mesura, el peu de 0,29-6 m, el qual el podem identificar des de la projecció dels departaments o la torre defensiva, com veurem posteriorment, fins a les unitats més bàsiques com l'amplada dels murs, les portes i el mòdul de les toves. Aquesta planificació integral respon a un model de repartició de l'espai disponible senzill per part dels constructors ibèrics, adaptant-se en tot moment a les disposicions topogràfiques i arqueològiques de l'indret, dintre d'un exemple clar de racionalització i economia de l'arquitectura.

#### 4.3.2 Arquitectura defensiva

##### 4.3.2.1 *Perengil (Vinaròs, Baix Maestrat)*

L'edifici del Perengil està situat en una elevació de 114 m al bell mig del pla litoral de Vinaròs, a escassos cinc quilòmetres de la costa i en una zona d'important control estratègic des d'on es divisa des de la boca de l'Ebre fins a la punta de Peníscola, així com els propers assentaments ibèrics del Puig de la Misecòrdia de Vinaròs i el Puig de la Nau de Benicarló. A més, des d'aquest punt parteix un dels passos naturals que comuniquen la desembocadura del Sènia i les planes del nord de Castelló amb la zona del Baix Aragó.

L'escassa extensió del jaciment (aproximadament 200 m<sup>2</sup>) ha facilitat la seva completa excavació. S'han realitzat quatre intervencions entre 1995 i 1998 per part del Servei d'Investigacions Arqueològiques i Prehistòriques de la Diputació de Castelló, que han identificat una estructura isolada de planta rectangular amb una cronologia de finals del segle III aC, i que segons els seus excavadors tindria un període d'ús de només 20 anys (Oliver 2001; Oliver 2004, 148).



Figura 111. Vista des del sud de l'edifici ibèric del Perengil.

El conjunt va ser edificat *ex novo*, dintre d'un mateix moment constructiu, sense que s'hagin identificat diferents fases (fig. 111). L'edifici presenta una planta rectangular de 18,5 per 11,20 m, amb una entrada lateral amb una obertura de 2,35 que dona pas a una gran sala rectangular equipada amb una llar central, i unes escales laterals que podrien donar accés a un pis elevat. Els murs exteriors es construeixen amb grans blocs de pedra calcària lleugerament retocats, d'aparell irregular i travat amb pedra petita per donar major estabilitat, disposats en *emplekton* amb un revestiment interior de pedra petita i terra. A més, presenta una darrera filada de pedres de majors dimensions que marcaria el límit a partir del qual l'alçat seria elevat amb terra.

La interpretació funcional d'aquest edifici és l'element que més propostes ha tingut. El fet de tractar-se d'una construcció aïllada, de curta durada en el temps i important control visual, va fer plantejar la hipòtesi d'una funcionalitat defensiva o de guaita; igualment, també s'ha proposat un ús cultual o político-religiós per la presència de la gran llar central (Gusi 2002-2003, 155; Oliver 2004, 149). Per últim, una darrera interpretació indica la possibilitat de disposar d'una funció agrícola, com a torre de guaita d'una propietat latifundista, atesa també la potencialitat agrícola i ramadera de les planes del voltant (Gusi 2002-2003, 163; Oliver 2004, 150).

Sobre les mesures generals conservades ha estat proposat un primer plantejament metrològic. Aquesta proposta es basa en l'ús d'un colze romà o un colze grec de 0,275/0,295 m com a patró regulador, de manera que l'amplada dels murs perimetrals (1,75 m) representaria un mòdul de dos colzes romans, i que aquest mateix mòdul es repetiria al llarg de l'edifici formant sis mòduls d'amplada, i un altre mòdul central de 0,70 m; mentre que es disposarien 10 mòduls de llargada, amb un mòdul central de 0,90 m (Oliver 2001, 98; Oliver 2004, 149). Segons la nostra opinió, caldria descartar aquesta proposta de restitució metrològica atenent a diversos factors: en primer lloc, la hipòtesi mostra una confusió terminològica, ja que els colzes romans mesuren al voltant de 0,444 m, amb la qual cosa dos colzes romans no abastarien l'amplada dels murs exteriors (en tot cas haurien de ser quatre "colzes" romans els que s'aproximarien a la mida dels murs). Per altra part, l'anomenat com a colze grec de 0,275 m no existeix com a tal, com hem vist al nostre treball, sinó que es tracta del peu osco-campà característic de les colònies gregues de la Mediterrània occidental, i de gran difusió dintre del *hinterland* d'aquestes. En segon lloc, la restitució del conjunt s'ha basat en la suma de mòduls deixant un espai central, fins a configurar un rectangle. Respecte a aquesta qüestió, creiem més plausible que el disseny de la

construcció respongui a un pla general unitari, on es delimiti primer la superfície exterior i, posteriorment, es tractin els arranjaments interns de l'espai.

La nostra proposta de restitució es basa en un plantejament inicial diferent, amb l'objectiu d'intentar definir quin ha estat el sistema de proporcions emprat per edificar aquesta construcció. En primer lloc, cal poder aïllar la unitat modular en la qual es basa el sistema de proporcions, i intentar aplicar-la a la resta d'estructures internes fins a definir l'aplicació menor d'aquest mòdul. Compartim plenament les afirmacions efectuades pels seus excavadors: «Lo único que podemos indicar es que nos encontramos ante un edificio completamente planificado de antemano, e indudablemente por un especialista de la construcción, llamémosle, arquitecto, maestro de obra, o cualquier otro nombre, pero su diseñador ha sido una persona con amplios conocimientos de arquitectura [...]» (Oliver 2001, 138).

Per a la nostra proposta hem hagut de fer unes modificacions en les mesures de base de la planta<sup>82</sup>. Així, hem pres les mesures de l'amplada del costat occidental de la torre, i la llargada de la projecció del costat nord de l'edifici. Hem escollit aquestes dues dimensions perquè són les que responen a un angle recte entre elles, atès que els costats sud i est de la torre mostren una obertura major, amb la qual cosa presenten una llargada major i se'n surten del rectangle perfecte, per conformar un paral·lelepípede. La nostra restitució ideal es basa, per tant, en un rectangle de 17,54 m al costat llarg i 10,70- 10,75 m al costat més curt (fig. 112), de manera que se separa entre 50 i 100 cm de l'anterior proposta. A més, l'amplada dels murs perimetrals exteriors, a excepció del mur oriental que presenta un major gruix, tenen una amplada de 1,5-1,55 m, el que difereix uns 20 centímetres respecte a les mesures proposades anteriorment. La nostra hipòtesi es basa en un disseny inicial que correspon a un rectangle de proporció àuria. L'ús d'aquest sistema de proporcions indica un important coneixement de geometria i d'aritmètica bàsica, especialment pel domini dels rectangles dinàmics i la proporció irracional, així com a la plasmació en el camp d'aquesta projecció.

---

82 Les mesures proposades han estat recollides al camp mitjançant mètodes manuals, i per a la seva representació gràfica han estat tractades posteriorment amb programes de dibuix informàtic.

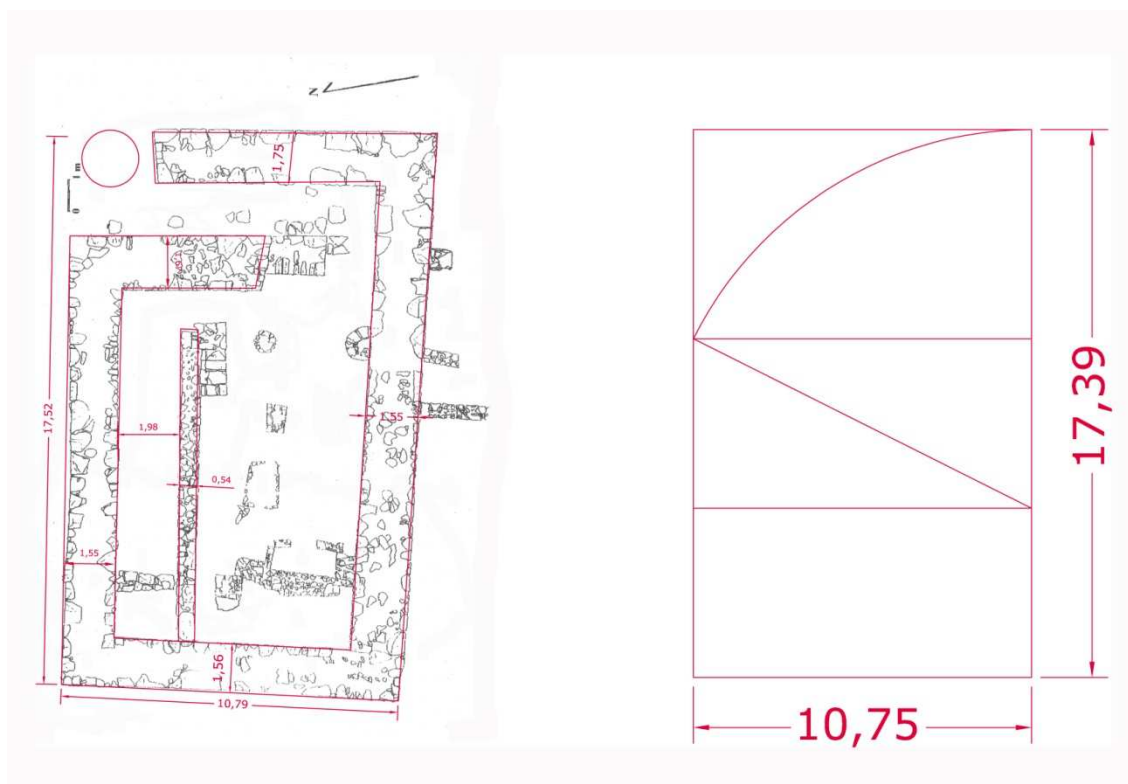


Figura 112. Planta de l'edifici del Perengil amb indicació de les principals mesures en m (modificada a partir d'Oliver 2001), restitució ideal en una relació d'extrema i mitjana raó.

Tal i com hem vist a les altres torres on s'aplica aquest sistema de proporcions, aquest rectangle pot ser descompost seguint la seriació de Fibonacci, la propietat de la qual és l'addició cada vegada de la unitat anterior. Seguint així la sèrie (1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233...) hem realitzat dues propostes de restitució de la unitat modular:

En el cas de dividir el rectangle entre 34 el costat curt, i 55 el costat llarg podem plantejar un patró modular basat en un peu entre **0,313 i 0,318 m**. Aquest mòdul pot ser aplicat igualment a l'amplada dels murs exteriors, que com hem pogut comprovar tenen una amplada mitjana de 1,55 m, el que equivaldria a 5 peus de 0,31 m.

Una segona restitució possible sortiria de dividir el rectangle entre 21 al costat curt, i 34 al costat llarg. Amb aquesta partició s'origina una unitat modular d'un **colze de 0,50-0,51 m**. Aquesta unitat pot ser aplicable a l'amplada del perímetre exterior, amb una equivalència de 3 colzes (1,50-1,55 m), a més d'encaixar bastant bé amb l'amplada del mur interior de compartimentació que varia entre 0,50 i 0,55 m (fig. 113).



## Metrologia ibèrica a Catalunya i el País Valencià

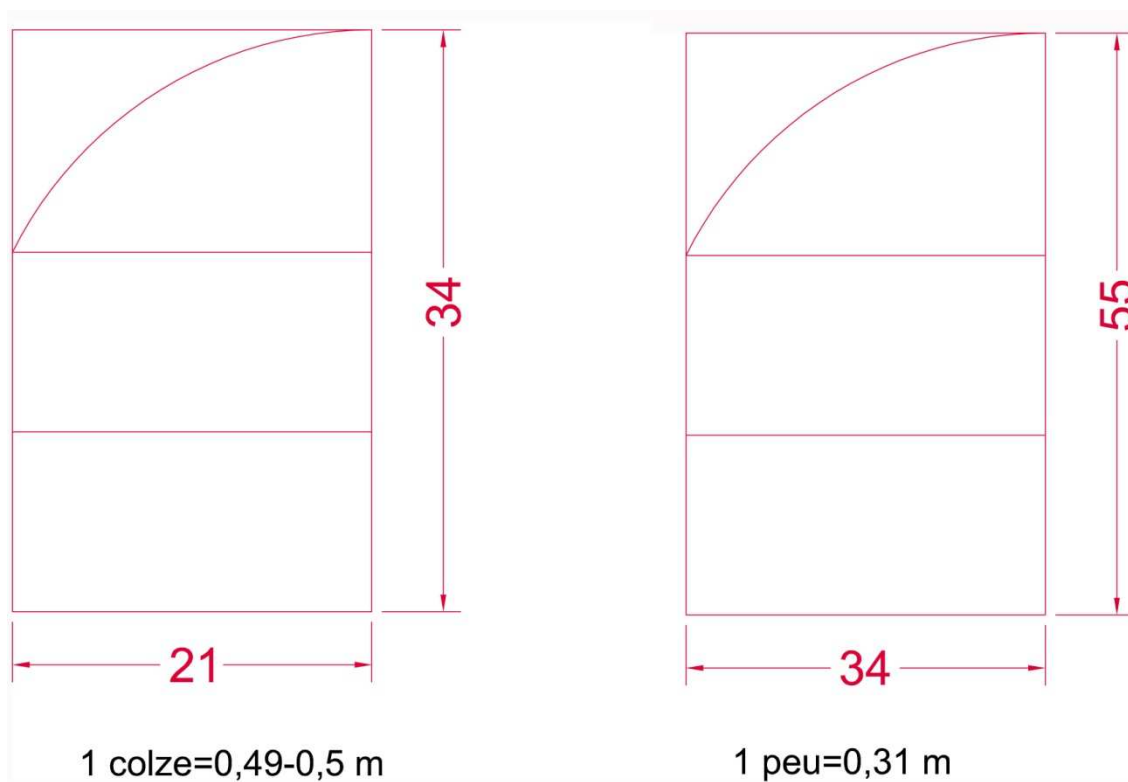


Figura 113. Restitució constructiva segons una planta de 21 per 34 colzes d'aproximadament 0,5 m i a partir d'una planta de 55 per 34 peus de 0,31 m.

La funcionalitat d'aquest edifici és la qüestió més problemàtica (Oliver 2001, 107-117; Gusi 2002-2003), ja que es tracta d'un edifici isolat amb unes característiques constructives molt diferents dels costums ibèrics. La seva planta no té paral·lel als coneguts com "edificis singulars" de l'àmbit ibèric septentrional, com és el cas de l'edifici de Burriac, si és que aquest es pot considerar com una edificació singular. Per altra part, tampoc s'assembla a les estructures ibèriques de culte conegudes al centre i sud del País Valencià, com poden ser els casos del temple urbà del Tossal de Sant Miquel de Lliria, o les edificacions de la Illeta dels Banyets del Campello, la Regia de las Tres Hermanas d'Aspe o el temple ibèric de l'Alcúdia d'Elx, on esdevé una interpretació ibèrica de models constructius orientals, i on la cultura material i l'arranjament intern responen a característiques pròpies de la coroplàstia fenicio-púnica. Els escassos materials recuperats i la distribució interna de l'assentament no permeten indicar una funcionalitat cultural o d'espai de reunió-intercanvi, amb la qual s'associen els edificis singulars esmentats.

Creiem que el paral·lel constructiu i possiblement funcional més proper és el Turó dels Dos Pins, tot i les diferències estructurals a les quals ja hem fet esment. En tots dos casos hi trobem un edifici aïllat de grans dimensions (72 m<sup>2</sup> en el cas del Turó dels Dos Pins i prop de 200 m<sup>2</sup> a el Perengil. Malauradament, el nivell d'arrasament de la

torre laietana no ha permès saber quina hauria estat la seva distribució interior i si aquesta es podria posar en paral·lel amb l'estructura iler-cavona. En darrera instància, si prenem en consideració tant la cronologia com la possible unitat constructiva, podem observar com en un mateix moment datat al darrer terç del segle III aC, es pot estar emprant una mateixa solució constructiva basada en un rectangle buit interiorment, i on es continua emprant una metrologia propera a la que hem considerat com a creació ibèrica, consistent en un peu d'aproximadament 0,315 m.

Mitjançant la nostra anàlisi mètrica volem avançar algunes hipòtesis de treball, al temps que desmuntar altres plantejaments. Així, creiem que la proposta d'una unitat de mesura romana com el peu de 0,296 m no es pot sostenir. Aquest mòdul de base situaria la construcció de l'edifici en un moment tardorepublicà, la qual cosa no es pot assegurar pels materials recuperats, i al mateix temps aquesta unitat modular no encaixa dintre del plantejament geomètric que hem pogut identificar a l'edifici.

La segona proposta de restitució basada en una unitat modular entre 0,50 i 0,51 m permet avançar una sèrie d'hipòtesis de treball, que poden ser tingudes en consideració en el moment d'interpretar la funcionalitat de l'assentament. Aquesta unitat de mesura es pot posar en relació amb el colze púnic de 0,509 m, unitat modular documentada gràficament a la taula de mesures de Thibilis (Gsell i Joly, 1914) datada al segle II dC, i que ha estat interpretada recentment com una *mensura fabrilis* lligada a la tradició púnica, i que seria l'emprada pels mestres d'obra i artesans púnics dintre del context de l'arquitectura romana del nord d'Àfrica (Barresi 1991, 483), com una perduració de les unitats de mesura púniques en ple imperi romà. La troballa de la taula de mesures de Leptis Magna; datada un segle després de la taula de Thibilis (segle III dC), i en la qual aquesta unitat ha estat substituïda pel colze egipci de 0,525 m, podria indicar la major antiguitat del colze de 0,509 m, el qual podria ser la unitat de mesura característica de l'arquitectura púnico-helenística. A nivell de cultura material no hi ha excessives evidències que permetin atribuir un origen púnic a aquesta edificació, però cal tenir en compte el pragmatisme de les comunitats púniques, i l'adaptació a les societats indígenes amb una possible dualitat, que indiqui un plantejament constructiu d'herència púnica i una comunitat mixta púnico-indígena. Caldria, per tant, tornar a plantejar la funcionalitat defensiva d'aquesta edificació, amb una probable influència púnica en el seu plantejament constructiu, el que permetria relacionar-la amb els esdeveniments militars de la Segona Guerra Púnica, sobretot si tenim en compte també la seva situació estratègica, des d'on es controlen la desembocadura de l'Ebre i els ports naturals del nord de la província de Castelló.

Aquesta possible dualitat de tècnica constructiva indígena i plantejament mètric d'origen forani és un fenomen similar al que trobarem poc temps després, com veurem més endavant, en el moment de la romanització de la zona ibèrica i adaptació inicial d'aquestes comunitats als pressupostos itàlics.

En resum, hem pogut observar com la manca de paral·lels porta a una dificultat interpretativa, la qual no és objecte del nostre estudi. Creiem que, pel moment, únicament es pot observar una voluntat clara de control territorial, però sense poder distingir si amb una funcionalitat defensiva, agrícola, cultural, d'intercanvi comercial, o bé amb una barreja de totes aquestes funcionalitats.

#### 4.3.2.2 *Sant Josep (Vall d'Uixó, Plana Baixa)*

El poblat ibèric de Sant Josep se situa al vessant del turó del mateix nom, i resta protegit al sud i a l'oest per una cinglera, i al nord i a l'est per un fossat i una muralla amb torres rectangulars, a més d'estar tancat per l'actual riu Belcaire que discorre a tocar del jaciment.

L'extensió total del poblat es desconeix, ja que només ha estat objecte de dues intervencions arqueològiques per part del Servei d'Investigacions Arqueològiques i Prehistòriques de la Diputació de Castelló, entre els anys 1974 i 1976, que han destapat aproximadament uns 540 m<sup>2</sup>. En tot cas, es pot establir que es tractaria d'un assentament de considerable importància, el qual s'hauria de posar en relació amb el poblat proper de la Punta d'Orlell (Rosas 1994, 158), amb el qual comparteix cronologia i que podria actuar com a nucli vertebrador d'aquest territori al nord de l'Edetània. L'assentament de Sant Josep disposa d'una situació estratègica de control de la vall del riu Belcaire (antic riu Uixó), que comunica les planes de la costa del sud de Castelló amb les terres de l'Alt Palància (Segorbe) i el territori sedetà.

El poblat presenta tres fases diferenciades: la primera correspon a un assentament datat durant el bronze final II (segles VII-VI aC) al qual només es poden associar uns paquets cendrosos recuperats sota la muralla, i caracteritzat per l'única presència de ceràmiques a mà (Rosas 1984, 251-255); la segona fase constructiva es data durant l'ibèric ple (segles V-IV aC), i perdura fins als esdeveniments relacionats amb el conflicte romano-cartaginès, a aquest moment corresponen la majoria de les restes conservades; finalment, l'assentament es ocupat en època tardoromana.

El nostre estudi es centra en el moment constructiu ibèric. En aquest període l'assentament presenta un urbanisme amb terrasses i carrers paral·lels, i un sistema defensiu que es caracteritza per la presència d'una muralla simple amb una amplada aproximada de 1,20-1,30 m feta de maçoneria, la qual va sofrir refaccions i reformes que afecten el seu gruix, per tal de donar-li major consistència. A les zones més febles, aquesta muralla es reforça mitjançant dues torres rectangulars, realitzades amb una tècnica més acurada, i buscant la regularitat i el treball específic de les cantonades, per dotar-la de més resistència (Rosas 1984, 249). La datació de la construcció del sistema defensiu se situa durant el segle V aC - inicis segle IV aC. Posteriorment, cap a finals del segle III aC el sistema defensiu quedaria amortitzat i es construeixen estructures d'hàbitat extra murs.

La torre A s'adossa al llenç de muralla, i és d'estructura massissa de pedra lligada amb terra. Presenta una planta de forma trapezoïdal i irregular, formada probablement per l'obertura de la paret sud de la torre. Aquesta torre amida 6 m de llargada per 5 m d'amplada, però el frontal de l'estructura hauria estat modificat durant el segle III aC, quan s'hauria afegit un nou mur frontal paral·lel a la muralla. En aquest sentit, hem considerat oportú mesurar l'amplada de la torre en contacte amb el llenç de la muralla, on no sembla haver estat afectada per les modificacions posteriors; de la mateixa manera, la llargada s'ha calculat fins al punt de contacte amb el mur frontal posterior, amb la intenció de poder restituir la configuració inicial de l'estructura defensiva.

La torre A amida 5,42 m d'amplada, mentre que sobresortiria uns 3,35 m de la línia de muralla. Aquestes mesures mostren un plantejament racional i planificat inicialment basat en una proporció irracional d'extrema i mitja raó. Seguint aquesta proporció, també coneguda posteriorment com a secció àuria, les mesures proposades es corresponen amb un rectangle de proporció "àuria" (1,617 per 1,618, que correspondria al número auri). No entrarem ara a debatre la qüestió de la proporció geomètrica ni l'origen d'aquesta, ja que aquests temes es tractaran en un altre capítol. Tenint en compte aquest plantejament geomètric hem plantejat una restitució modular basada en un peu de 0,27-0,28 m. Aquest patró seria el resultat de l'aplicació de la descomposició additiva mitjançant la sèrie de Fibonacci, per la qual cada número és la suma d'ell mateix amb l'anterior. D'aquesta manera, seguint una seriació basada en el número 4 s'obté la correlació 4, 8, 12, 20, 32, 52... Així hem optat considerar el mòdul 12 pel costat curt del rectangle, i el mòdul 20 per al costat llarg, amb el que obtenim el patró modular proposat anteriorment.

Igualment aquesta unitat de mesura s'identifica al llenç de muralla conservat entre les dues torres. Aquest llenç amida 16,75 m de llargada (Rosas 1991, 316), i la tècnica constructiva és la mateixa que a la torre A, formada per maçoneria amb pedres de mides diferents lligades amb fang. L'amplada del mur és variable atenent a les diferents reformes efectuades. La distància entre les torres es pot expressar mitjançant una unitat modular de 0,27-0,28 m, que plantejaria una separació a 60 peus. Aquest patró modular ens porta a plantejar novament l'ús de la braça com a element de mesura del terreny per part de la comunitat que va plantejar aquesta construcció.

La torre B se situa al sud de l'anterior. Es disposa igualment adossada al llenç de muralla. La tècnica constructiva i l'aparell emprat varien una mica respecte a la torre A, ja que aquí es pot apreciar maçoneria lleugerament escairada, a diferència de la disposició més grollera de l'altra torre. La seva forma és d'un rectangle bastant regular,

però amb unes dimensions una mica reduïdes respecte a la torre A. Així, la torre amida 4,74 m al costat llarg per 2,97 m al costat curt.

Amb aquestes mesures identifiquem un plantejament geomètric idèntic a l'emprat a la torre nord. D'aquesta manera es proposa novament l'ús de la proporció en extrema i mitja raó, ja que les mesures corresponen bastant bé amb un rectangle seguint aquesta proporció (1,595 per 1,618 de la proporció àuria. Seguint aquesta proporció hem emprat el mateix sistema de la torre A amb l'objectiu de poder definir la unitat modular amb la qual hauria estat plantejada la construcció d'aquest element del sistema defensiu. En aquest cas, però, la unitat o patró modular difereix del proposat per a la torre A i per la cortina entre les torres. Metrològicament, considerem per a la construcció d'aquesta estructura l'ús d'una unitat de 0,297 m. Aquest mòdul es correspon, seguint la sèrie de Fibonacci, a 10 peus al costat curt de la torre, i 16 peus al seu costat llarg, dintre d'una seriació additiva que parteix de 2 (2, 4, 6, 8, 10, 16, 26, 42, 68...). De la mateixa manera, els sistemes i les eines de mesura que s'haurien fet servir difereixen respecte dels anteriorment esmentats, ja que per aquesta construcció estimem més probable l'ús d'un patró 10, que correspondria al costat curt del quadrat, més que no pas l'ús de la braça abans documentada (fig. 114).

En conclusió, la suma d'elements com la diferència de l'aparell, la regularitat constructiva i el distint mòdul de base ens porten a plantejar una separació cronològica entre les torres A i B. Creiem més plausible aquesta hipòtesi, abans que la coexistència de dos sistemes de mesures diferents en un mateix sistema defensiu, fet que no hem pogut documentar a cap altra estructura ibèrica. Arqueològicament, la diferència constructiva ja ha estat indicada, apuntant-se l'existència de dos trams de construcció: més irregular al nord i més regular i ample al sud (Rosas 1991, 316).

# Metrologia ibèrica a Catalunya i el País Valencià

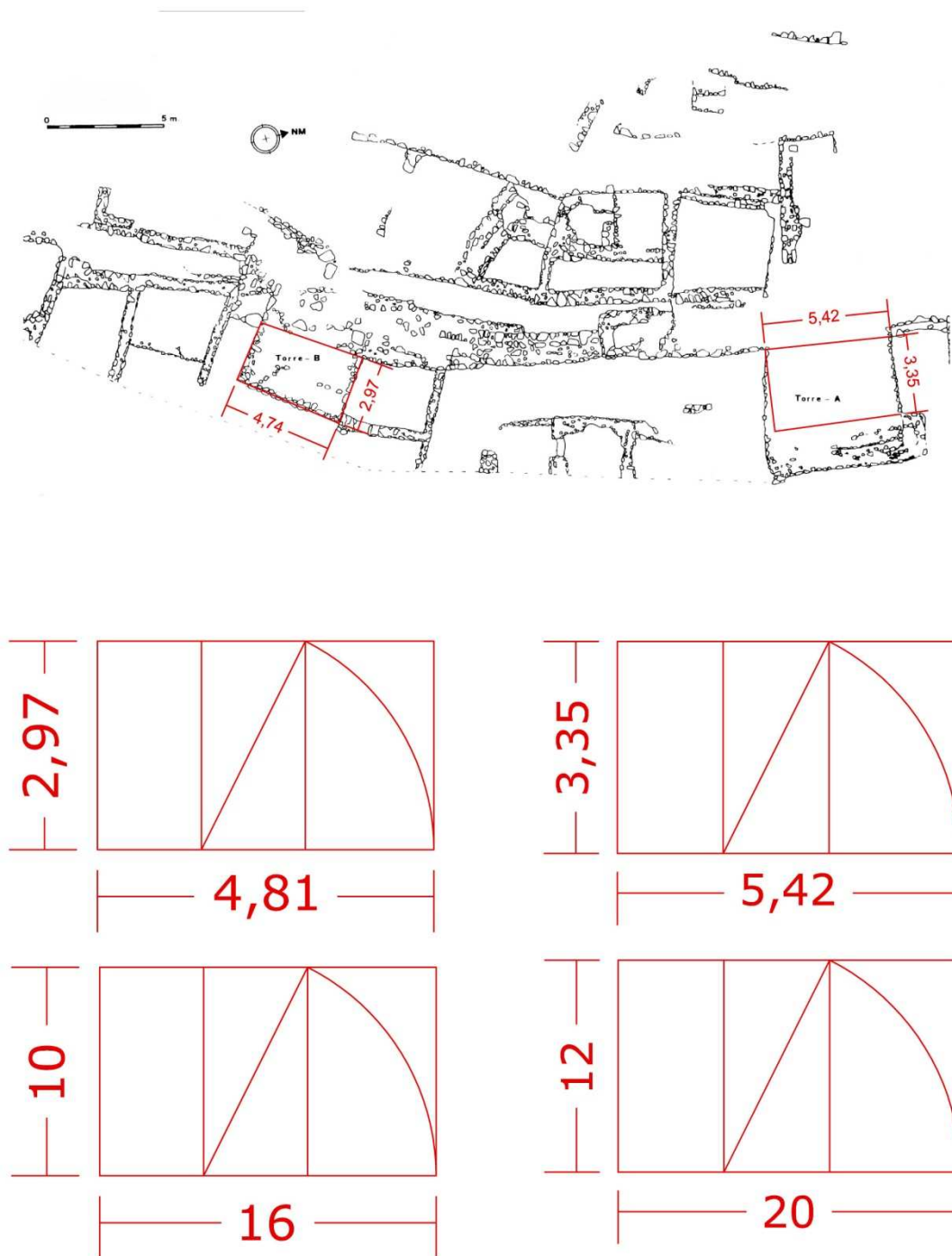


Figura 114. Planta de l'assentament ibèric de Sant Josep amb indicació de les mesures en m (modificat a partir de Rosas 1991, 316) i restitució de les torres A i B en m i peus.

#### 4.3.2.3 *Puntal dels Llops (Olocau, Camp de Túria)*

Pel que respecta al sistema defensiu de l'assentament del Puntal dels Llops, aquest està format per un primer gran llenç exterior de parament ciclopi que circumval·la l'assentament pel costat nord i oest, defensat exteriorment per un fossat que barra el principal accés. Aquest fossat de poca profunditat és conseqüència de l'extracció de carreus per a la confecció del recinte fortificat. La muralla pròpia de l'assentament és un mur de tanca de parament simple, reforçat per un parament adossat i condicionat per la configuració inicial de la fortificació de l'edat del bronze. D'aquesta manera, es reaprofitja la muralla anterior, mantenint la mateixa amplada al voltant de 0,8 i 0,9 m (Bonet i Mata 2002, 25). La construcció d'aquest segon recinte defensiu es data en el mateix moment constructiu que la resta de l'hàbitat ibèric, és a dir, a finals del segle V aC.

El principal element d'aquesta fortificació, així com el més visual, és la torre defensiva (fig. 115). Aquesta se situa en el punt més elevat del turó, en un punt centrat i controlant l'accés a l'assentament. A més, té un paper fonamental de control del territori circumdant i de comunicació amb la resta d'assentaments edetans. La torre presenta una planta quadrangular d'aproximadament 6,2 per 6,5 m de costat. Està construïda totalment amb pedra, amb un aparell regular, gairebé de carreuada (Bonet i Pastor 1984, 171), el que dóna un aspecte de monumentalitat i difereix del tipus de parament emprat a la resta de la fortificació. La torre està formada per un cos central quadrangular, el qual es folra per un altre parament fins a delimitar la planta actual de la construcció, amb l'objectiu de proporcionar una major solidesa (Bonet i Mata 2002, 30), però que inicialment va ser interpretat com si el nucli central fos independent i tingués una major alçada (Bonet i Pastor 1984, 175).

Tal i com hem apuntat en el cas de la trama urbana de l'assentament, la concepció d'un assentament de nova planta indica l'elecció d'un programa previ constructiu, en el qual, sens dubte, s'ha d'optar per una unitat de mesura determinada. La problemàtica principal que presenta la torre per tal de plantejar restitucions metrològiques és bàsicament la planta quadrangular que, a diferència de les plantes rectangulars, no permet una descomposició senzilla, ni una relació proporcionada de tots dos costats. Per tal de plantejar aquesta restitució metrològica ens hem basat en la mateixa unitat modular identificada a la trama urbana, tot i entenent la concepció de l'assentament com un tot, planejat prèviament en el mateix moment. D'aquesta manera, la torre es pot correspondre amb una planta d'aproximadament 21 peus de costat, amb una unitat de mesura situada entre 0,309 i 0,30 m. Així mateix, aquesta unitat coincideix amb el



## Metrologia ibèrica a Catalunya i el País Valencià

que hem identificat com a sistema de mesures més característic de l'arquitectura ibèrica occidental durant el segle V aC. En tot cas, tampoc es pot descartar la utilització d'un peu d'aproximadament 0,27 m, amb el qual s'obté una planta quadrangular de 24 peus de costat. A partir d'aquesta restitució es podria plantejar la utilització de la braça de 6 peus, que hem pogut identificar a altres assentaments ibèrics entre els segles V i IV aC, com és el cas de la torre Y-Z d'Alorda Park, la Picola o el Casol de Puigcastellet.

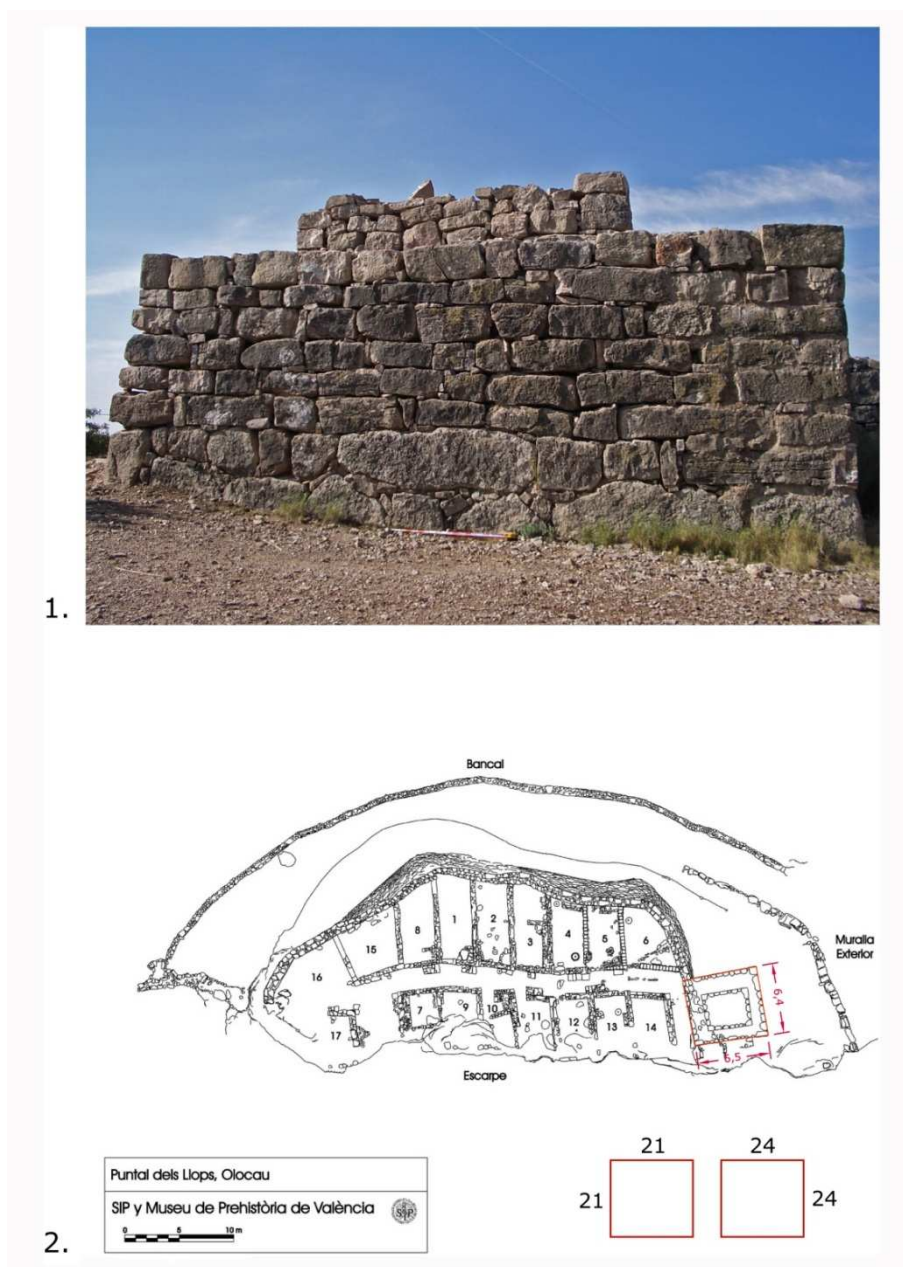


Figura 115. 1. Vista frontal de la torre del Puntal dels Llops d'Olocau; 2. Planta de l'assentament amb indicació de les mesures de la torre i restitució probable en peus.

#### 4.2.3.4 El Molón (Camporrobles, Plana d'Utiel)

L'assentament ibèric de El Molón se situa al cim d'un vast altiplà a l'extrem més meridional de la serralada de Mira, a uns 1124 m sobre el nivell del mar, en el límit de les províncies actuals de València i Conca, en una zona d'important valor ramader pel control dels passos que comuniquen les serralades de Conca i Terol amb la costa mediterrània.

Fruit d'aquest important valor estratègic, l'indret va estar ocupat des d'inicis de l'Edat del Ferro fins al seu abandonament a inicis del segle I aC, essent reocupat posteriorment en època islàmica com a lloc de control de la Plana d'Utiel i Requena. Durant l'època ibèrica, que és en la qual centrarem la nostra atenció, el poblat se situa en la frontera entre els territoris ibèrics valencians i la zona celtibèrica de la Meseta castellana, i s'hi identifiquen elements materials corresponents a ambdues cultures.

Els projectes de recerca i treballs d'excavació desenvolupats des de 1995 ens han permès conèixer el sistema defensiu de l'assentament i un urbanisme interior de carrer central i habitatges adossats a la muralla, d'arrel clarament ibèrica (Lorrio *et al.* 1999; Lorrio 2001 i 2007). La recerca s'ha centrat especialment en l'anàlisi del sistema defensiu de l'assentament, que presenta un bon estat de conservació, tot i les modificacions provocades per la construcció del *hisn* islàmic i l'aprofitament dels materials petris corresponents al recinte ibèric.

La nostra anàlisi metrològica es centrarà, per tant, en l'estudi d'algunes de les restes conservades d'aquest recinte defensiu, ja que les restes urbanístiques són escasses i no permeten definir un plantejament urbanístic d'arrel ortogonal, amb delimitació d'illes de cases.

L'edificació del sistema defensiu se situa durant el segle IV aC, amb possibles reformes en el període últim d'ocupació de l'assentament (segle II aC). La defensa del poblat respon a les característiques d'un *oppidum* de barrera. Aquesta es compon d'una muralla simple que rodeja el poblat, i que es reforça a les entrades amb un complex sistema de torres, poternes, fossat i murs avançats. La porta principal d'entrada se situa en el costat occidental del poblat i es delimita per dues torres rectangulars als costats, amb un aspecte semblant al de l'entrada principal de l'oppidum del Castellar de Meca d'Ayora (fig. 116). Segons ha estat indicat, la torre nord va ser completament desmantellada i es conserva únicament la preparació de la roca per la seva edificació (Lorrio *et al.* 1999, 310); per la seva part, la torre sud no va estar completament desmantellada i s'ha pogut proposar una planta rectangular que

amidaria 10,5 per 4,8 m (Lorrio 2007, 216). Les principals preocupacions defensives es concentren en la zona de l'istme on s'habilita una torrassa que barra pràcticament l'accés (fig. 117), amb unes mides de 10,8 per 4,9 m, que es complementa a la vegada per un mur adossat avançat de menor alçada i un fossat, amb un aspecte similar al del poblat ibèric del Pico de los Ajos de Yátova (Gimeno i Díes 1995). La defensa es complementa per una poterna lateral. Més complicada ens sembla l'atribució d'unes casamates al llenç de muralla (Lorrio *et al.* 1999, 310; Lorrio 2001, 157; Lorrio 2007, 221), al nostre entendre, aquests àmbits adossats a la muralla no són sinó estructures domèstiques, com ho prova la identificació de llars i altres estructures relacionades. L'aparició a l'àmbit feniciopúnic peninsular de veritables muralles de casamates o compartiments, per exemple a Cartagena, Carteia i Doña Blanca, ha mostrat la veritable estructura d'aquest sistema de defensa (Montanero en premsa).



Figura 116. Vista de les restes constructives de l'entrada principal, a l'esquerra la torre oest coberta, es poden apreciar les carrerades al centre de la porta.

Una primera aproximació a les mesures de les dues torres mostra com totes dues tenen un esquema semblant, amb una planta pràcticament idèntica, la qual cosa ens porta a plantejar la utilització d'un mateixa planificació constructiva, amb lleugeres modificacions. A la torre sud, pertanyent a l'entrada oest, ha estat plantejada la seva construcció en el darrer moment de vida del poblat, però el fet de presentar les mateixes mides que la torre de l'istme ens podria estar indicant una continuïtat edilícia d'un sistema de mesures comú, o bé que totes dues construccions fossin edificades en un mateix moment durant el segle IV aC, i que les reformes identificades no alteressin la planta original de la torre nord.



La nostra proposta de restitució està basada principalment en la torre est, la qual conserva tant l'amplada com la llargada original en dos dels seus costats. D'aquesta manera, i tal i com hem realitzat a les altres torres defensives, hem procedit a realitzar la divisió entre tots dos costats de la torre, el que ens dóna un valor de 2,20. Aquest número elevat, respecte al que ocorre normalment amb les torres ibèriques, es deu a la seva planta més allargada que ampla, per tal d'abastar el màxim d'espai possible. En aquest cas, les necessitats defensives han fet necessària la utilització d'un sistema de proporcions no gaire comú a l'arquitectura ibèrica. La nostra hipòtesi és que aquest valor s'apropa a una aproximació d'arrel quadrada de 5 (2,23).



Figura 117. Vista frontal de les restes constructives de la torrassa, en primer terme el fossat defensiu i l'avantmur.

Aquest apropament geomètric no l'hem pogut documentar, fins el moment, a cap torre defensiva ibèrica de Catalunya ni del País Valencià, però aquest fet no vol dir que aquesta sigui una aproximació geomètrica desconeguda pels constructors ibèrics, ja que la base d'aquesta proporció és l'arrel quadrada de 2, considerablement estesa en l'arc ibèric mediterrani.

La construcció d'aquest rectangle de 10,8 per 4,9 m parteix d'un doble quadrat de 4,9 m de costat, al qual es pot arribar per l'addició d'un quadrat a un altre, o bé a partir d'un quadrat i, agafant aquesta mesura com a radi i perllongant la circumferència es pot obtenir igualment un doble quadrat de 9,8 m. Un cop obtingut un rectangle de 4,9 per 9,8 m, si projectem una circumferència el radi de la qual sigui la diagonal del rectangle, obtenim una prolongació del cercle equivalent a la de l'arrel quadrada de 2 i

amb un rectangle, per tant, de 4,9 per 10,9 m, el que s'apropa a les mesures reals conservades (fig. 118 i 119).

A partir del sistema de proporcions que hem cregut identificar podem proposar la unitat modular que s'hauria fet servir. La unitat que creiem encaixa millor en el plantejament constructiu és el peu de 0,27-275 m, que correspon exactament amb un quadrat de 18 peus de costat (4,95 m) fins a configurar un rectangle de 40 peus de llargada, resultant d'un doble quadrat de 18 peus més la prolongació del rectangle d'arrel quadrada de 2 (4 peus).

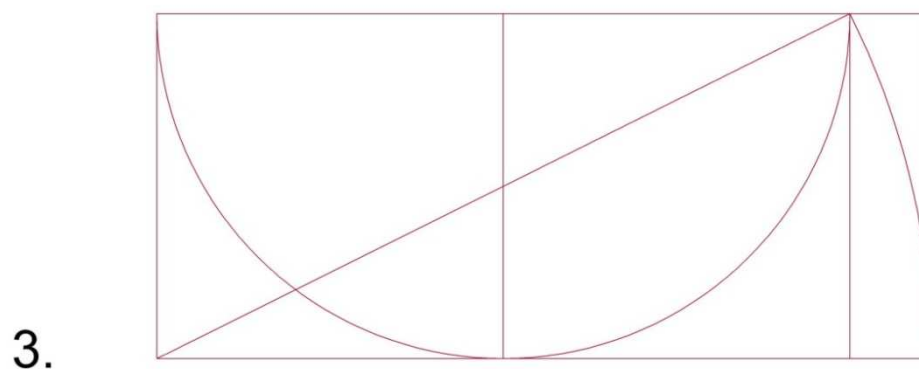
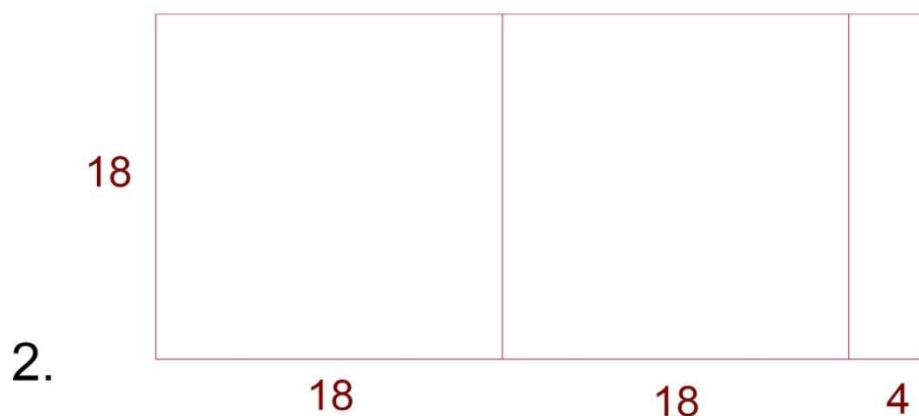
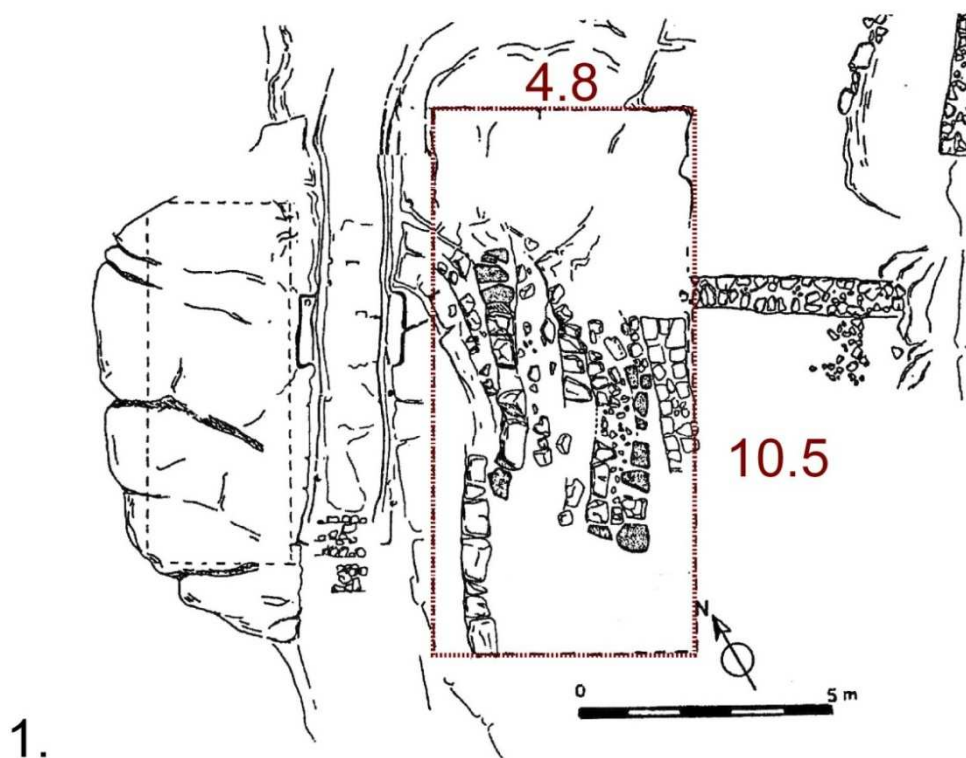


Figura 118. 1. Planta de la torre sud amb indicació de les mesures en m; 2. Proposta de restitució en peus; 3. Proposta de restitució geomètrica i descomposició d'un rectangle d'arrel quadrada de 5.

# Metrologia ibèrica a Catalunya i el País Valencià

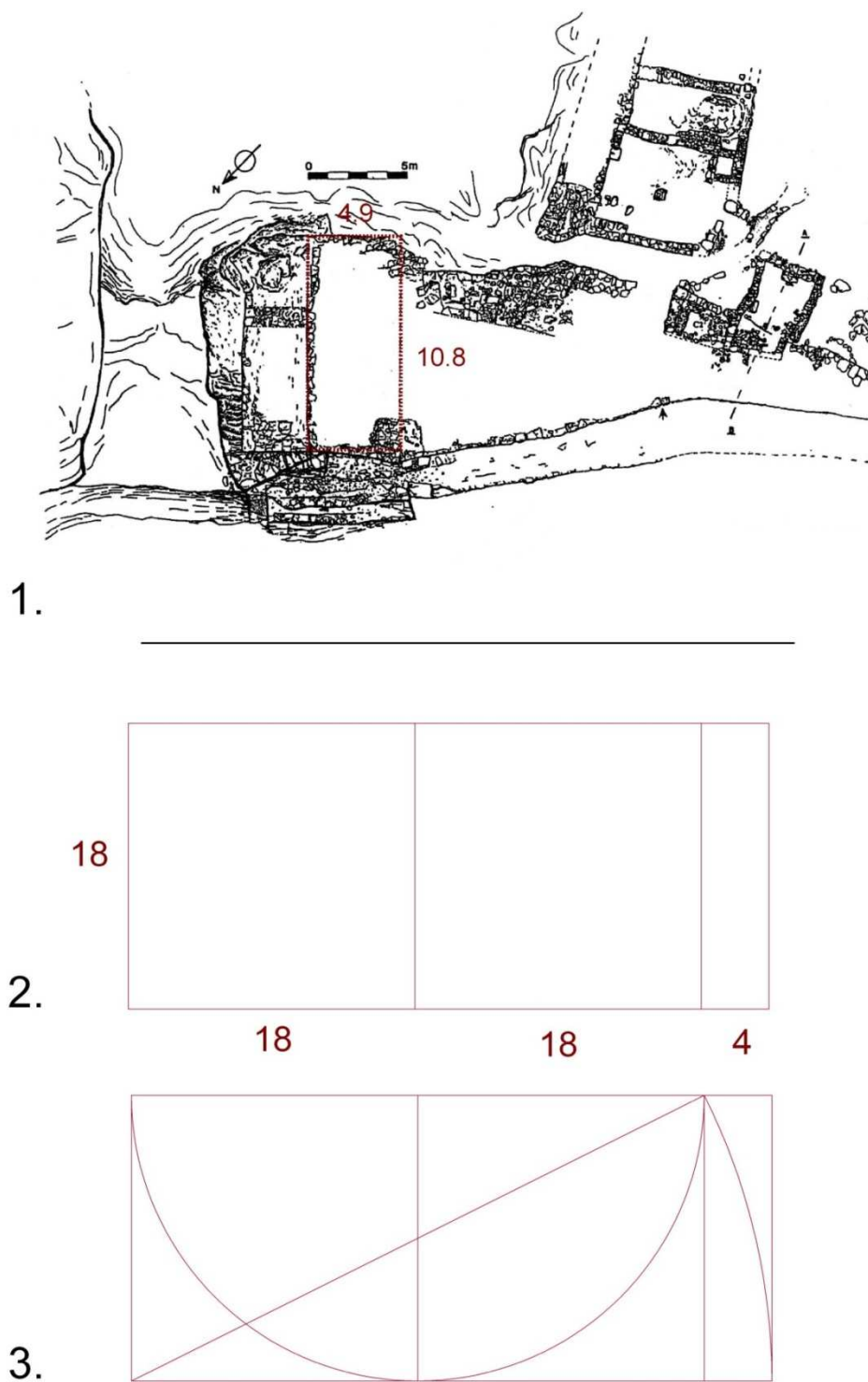


Figura 119. 1. Planta de la torrasa amb indicació de les mesures en m; 2. Proposta de restitució en peus; 3. Proposta de restitució geomètrica i descomposició d'un rectangle d'arrel quadrada de 5.

#### 4.3.2.5 La Bastida de les Alcusses (*Moixent, La Costera*)

El poblat de la Bastida de les Alcusses és probablement l'assentament ibèric valencià més reconegut tradicionalment i on es van recuperar peces tant importants com el famós guerrer de Moixent. El jaciment se situa en el vessant més occidental de la Serra Grossa, a uns 740 m sobre el nivell del mar, en un lloc estratègic de control dels passos naturals que representen la vall del riu Cànyoles i la vall del riu Albaida i, que comuniquen la Meseta amb la costa lleuantina.

Les primeres campanyes d'excavació es van efectuar entre els anys 1928 i 1931 per part del Servei d'Investigació Prehistòrica, i es van centrar en la part central del poblat, deixant al descobert uns 250 departaments (Ballester i Pericot 1929; Fletcher *et al.* 1965 i 1969). Les intervencions efectuades pel SIP en els últims quinze anys s'han centrat especialment en la interpretació funcional de l'organització interna de l'assentament (Álvarez i Díes 1997; Álvarez i Díes 1998; Díes *et al.* 2006) i, el que més ens interessa pel nostre estudi, en la descoberta de la fortificació (Díes 2005; Bonet *et al.* 2005; Bonet 2006). En les primeres intervencions no es van identificar les restes del sistema defensiu i es presentava com un assentament de característiques semblants al poblat proper de la Covalta (Albaida).

La fortificació de la Bastida de les Alcusses és una de les més complexes de l'àmbit ibèric valencià (fig. 120). La muralla s'adapta a l'orografia del terreny i encercla el jaciment fins a configurar una superfície de 8 hectàrees. Exteriorment, un segon recinte de 1,5 ha tanca l'assentament per la seva part més occidental, mitjançant un mur simple i deixant un espai interior sense edificacions (Bonet *et al.* 2005, 273). La funcionalitat d'aquest darrer recinte defensiu és encara qüestió de debat, però les darreres investigacions interpreten aquest mur com un reforçament provisional i ràpid del sistema defensiu (Díes *et al.* 1997, 228; Bonet 2006, 27). El principal recinte defensiu, en el qual centrarem la nostra anàlisi, es compon d'un mur perimetral format per un sòcol de pedra amb doble parament i alçat amb terra, que es reforça amb dues torres massisses adossades al seu costat sudoccidental, i una torrassa o bastió en el seu costat més oriental defensant la porta est. Segons ha estat indicat, la part occidental de l'assentament podria haver estat protegida per altres torres adossades, però que malauradament van ser desmuntades en el moment de delimitació i tancat de l'assentament. A l'interior, el sistema defensiu es complementa amb la presència d'un camí de ronda paral·lel a la muralla, un recurs defensiu poc comú a la cultura ibèrica que tendeix a situar les estructures domèstiques adossades a la muralla per la seva cara interna.



La part més destacada del recinte defensiu són les portes, que constitueixen elements arquitectònics en sí mateixes, ja que no són unes simples obertures a la muralla, sinó construccions monumentals independents a les quals s'adossa el llenç de muralla (Díes 2005, 77; Bonet i Vives-Ferrándiz 2009). Les quatre portes identificades fins el moment tenen una mateixa estructura, consistent en dos murs paral·lels amb una llum central per tal de facilitar el trànsit, i una o dues banquetes laterals, interpretades com a lloc on de control del trànsit de mercaderies, a més de control de l'accés (Bonet et al. 2005, 276; Bonet i Vives- Ferrándiz 2009, 300).

Tal i com hem esmentat, la nostra anàlisi metrològica se centrarà especialment en l'arquitectura defensiva. El bon estat de conservació de les estructures i el fet que totes es daten d'una mateixa fase constructiva són bons punts de partida per tal de poder plantejar restitucions metrològiques. Els materials recuperats a les portes i a la resta de l'assentament indiquen una cronologia inicial situada cap a inicis del segle IV aC, amb una durada de l'hàbitat de només cent anys, ja que el poblat hauria estat destruït a finals del segle IV aC.

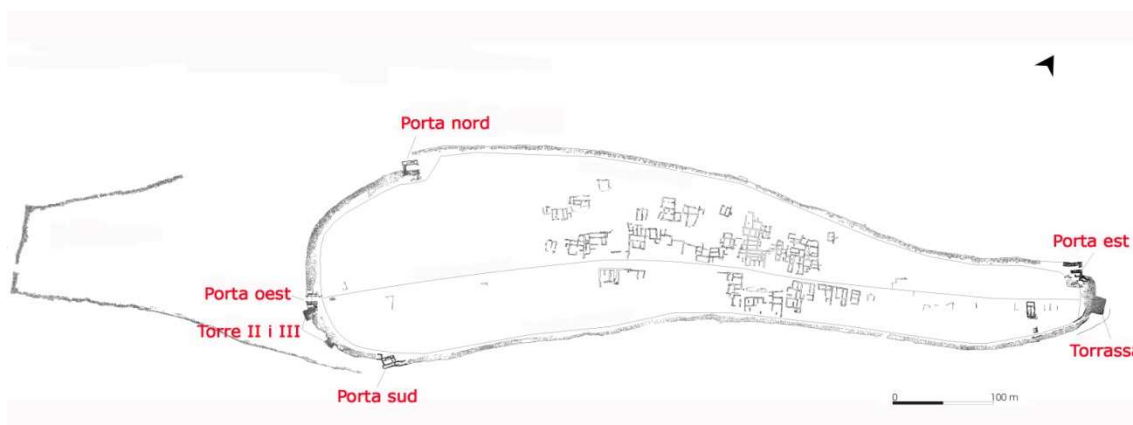


Figura 120. Planta del poblat de la Bastida de les Alcusses (modificat a partir de Bonet *et al.* 2005), amb indicació de les principals estructures analitzades en aquest estudi.

En primer lloc presentem l'anàlisi de les torres rectangulars adossades al llenç de muralla. Totes tres presenten paraments irregulars fets a base de pedres lleugerament treballades, a excepció dels angles on s'hi troben les pedres de mida més gran i escairades, amb una preocupació de reforç de les parts més febles d'aquestes estructures. La torre III se situa a l'esquerra de la porta oest protegint d'aquesta manera l'entrada principal de l'*oppidum*, a la qual s'hauria de sumar una altra possible torre al costat dret de la porta i que no es conserva avui en dia. La torre amida exteriorment 6,4 m de frontal i 3,35 m als costats. En una primera aproximació a aquestes mesures podem observar com el plantejament constructiu de la torre

s'apropa a una proporció 1 a 2, és a dir, mitjançant l'esquema geomètric del doble quadrat de 3,35 m de costat, amb una diferència de 0,3 m de front. Posteriorment, proposem la utilització d'una unitat modular que se situaria entre 0,275 i 0,28 m, que probablement hauria estat, com veurem, la unitat emprada per a la construcció de tot el sistema defensiu. D'aquesta manera, proposem un rectangle format per dos dobles quadrats de 12 peus de costat, fins a configurar un frontal de 24 peus, o bé 4 brases de 6 peus (fig. 121).

La torre número II, situada 15,95 m a l'oest de la torre III, presenta les mateixes característiques que la torre anteriorment descrita, amb unes mesures bastant idèntiques (6,8 per 3,4 m), que ens porten a plantejar una restitució arquitectònica similar basada en la proporció 1 a 2, i amb la mateixa unitat de mesura (fig. 122).

En el moment de la nostra visita a l'assentament el bastió o torrassa oriental es trobava considerablement cobert per vegetació, el que ens va dificultar la presa de les mesures precises d'aquesta construcció, però tot i així vàrem poder calcular-les i posteriorment les hem verificat gràcies a les planimetries publicades del poblat. Com hem comentat, el bastió se situa al punt més oriental de l'assentament, en el lloc més estret de la terrassa on s'ubica el jaciment, fins gairebé barrar l'accés al poblat per aquest punt. La seva ubicació protegeix l'accés i la porta est, que queda amagada a l'esquerra de la torre. La torrassa amida exteriorment 9,9 m de frontal i 7,7 m de costat. La divisió entre els dos costats de la torre permet obtenir un valor de 1,28. Aquest valor pot correspondre a una proporció 5 a 4, que donaria un valor resultant de 1,25. La divisió de les mides de la torre a partir d'aquesta proporció ens dona un mòdul aproximat que se situaria entre 1,92 i 1,98 m. La posterior subdivisió d'aquest mòdul per tal d'obtenir la unitat modular és probablement el punt més delicat, i on poden sorgir diverses propostes; en qualsevol cas, la subdivisió en base 7 del mòdul ens donaria com a resultant la mateixa unitat modular identificada a les torres II i III, el peu de 0,275-0,28 m. D'aquesta manera, s'obtindria un rectangle de 35 per 28 peus de costat (fig. 123).

L'element més destacat del sistema defensiu i que ens permet plantejar restitucions a nivell metrològic són les portes d'entrada al poblat. Com hem esmentat, aquestes portes són construccions monumentals, col·locats estratègicament en els extrems de l'assentament i oberts a les vies de circulació principals del poblat. Estructuralment, les portes sud i nord tenen una mateixa concepció, el que E. Díes ha anomenat "Torre Portal" ja que a compleixen alhora les funcions de porta i torre; per altra part, les portes oest i est, tot i tenir una distribució interna molt semblant,

respondrien a un model constructiu una mica diferent, el que novament E. Díes ha anomenat “Portal Torreado”, ja que aquestes portes estan protegides per torres als seus costats (Díes 2005). Aquesta concepció estructural ens està indicant una clara planificació constructiva prèvia i que sens dubte engloba tota la fortificació (Bonet *et al.* 2005, 273).

Aquest conjunt de paral·lelismes és el que ens ha portat a plantejar l'ús d'unes solucions mètriques comunes a tot l'assentament ja que, a més d'un esquema constructiu similar, hem pogut comprovar que les portes-torre presenten unes mesures semblants, tot i que amb lleugeres adaptacions.

La porta nord se situa en el vessant nord-oest del poblat obrint cap al camí de ronda i controlant el pas natural que representa la vall del riu Cànyoles (antiga via Heràclia). L'estructura de la torre és de dos murs paral·lels de 2,1 a 2,2 m d'amplada construïts amb blocs de pedra escassament treballada de dimensions superiors als del llenç de muralla. Aquests murs paral·lels delimiten en aquest cas un espai interior de 2,7 a 2,8 m d'amplada, suficient per permetre el pas de vehicles. La suma d'aquests tres espais dona una amplada màxima de la torre de 7 m, mentre que la seva llargada màxima exterior és de 7,70 m. La restitució que plantejem es basa en la unitat més petita d'aquest complex, que correspon a l'amplada dels murs perimetrals, i en la recerca d'una unitat vàlida que pugui ser identificada en tot el conjunt de la construcció. La divisió que proposem es basa en una unitat modular que es correspondria amb un peu de 0,275-28 m. D'aquesta manera, els murs tindrien una amplada de 7,5 a 8 peus, mentre que la llum o obertura de la porta es podria correspondre amb 10 peus (2,75 m), fins a configurar una amplada de la porta-torre de 25 peus (aproximadament 7 m). Per altra part, seguint aquesta modulació, la llargada de la torre (7,7 m) podria equivaldre a 28 peus de 0,275 m (fig. 124, 1).

La porta sud es disposa oposada a la porta anterior i, en aquest cas controlant l'altre pas natural que suposa la vall del riu Albaida. Estructuralment, és una mateixa tipologia funcional i constructiva, tot i que a nivell mètric presenta certes variacions respecte a la torre nord, ja que les mesures són lleugerament diferents. En aquest cas, els murs exteriors no presenten una mateixa amplada, sinó que el mur més septentrional té una amplada de 1,7 m, mentre que el mur oposat té la mateixa amplada que els murs de la torre nord, és a dir, 2,2 m. L'obertura de la porta, per la seva part, té unes dimensions semblants a les de la porta nord, amb uns 2,65-7 m de llum. La suma d'aquestes mesures dona una amplada al conjunt de 6,6-7 m, mentre que la llargada dels murs exteriors és de 8 m. A partir d'aquestes mesures, i observant

les similituds amb la torre nord, proposem la utilització de la mateixa unitat modular, és a dir, el peu de 0,275 m. Aquesta unitat la podem identificar a l'amplada del mur nord corresponent exactament a 8 peus, així com l'obertura de la porta que es pot situar aproximadament en 10 peus, amb un marge d'error de 0,1 m. De la mateixa manera, l'amplada del mur meridional equivaldria aproximadament a 6 peus i, la llargada de la torre es situaria exactament en 28 o 29 peus (fig. 124, 2).

La porta oest situada en el punt més exposat a l'exterior és el punt d'entrada cap a la via principal del poblat, a partir de la qual s'articula l'urbanisme interior de l'assentament. Aquesta, sobresurt escassament del llenç de muralla i, la funcionalitat defensiva correspondria, per tant, a les torres properes. A nivell mètric podem observar una sèrie de paral·lelismes amb les altres dues construccions, mentre altres mesures són una mica diferents. Per una part, l'amplada de l'obertura central és superior (3,1 m); en aquest cas, a diferència de les altres dues portes que tenen una amplada semblant, la major amplada de llum d'aquesta porta correspon segurament a l'afavoriment de la circulació tant de persones com de vehicles, així com a la concentració dels intercanvis en aquest punt on, per tant, seria necessària una major superfície. Fruit d'aquest augment de l'espai intern els murs exteriors són de dimensions inferiors al que s'ha pogut apreciar a les altres portes (1,8 m); aquest fet es pot explicar per la seva ubicació central i per estar envoltada per la muralla als dos costats, a diferència de les torres nord i sud, on sobretot els murs exteriors tenen una amplada idèntica de 2,2 m, ja que configuren la cara externa de la fortificació. En qualsevol cas, la suma d'aquests tres valors dóna com a resultat una amplada semblant a la que hem pogut apreciar a la torre sud. En darrera instància, els murs exteriors tenen una llargada de 6,3 m, considerablement més curta que les altres dues torres, però que sens dubte respon al fet que la porta sobresurt molt lleugerament del llenç de muralla. Amb les dades disponibles podem proposar com, en un primer moment constructiu, hauria estat delimitat l'espai disponible per la construcció tant d'aquesta, com de les altres tres torres. Això és suggerit pel fet que l'amplada de la porta oest i la porta sud són semblants. Posteriorment, en el cas de la porta oest, la necessitat d'un espai interior superior comportaria la disminució dels murs exteriors. D'aquesta manera, podríem proposar que en un primer moment es delimités una planta rectangular, gairebé quadrada, de 6,7 per 6,3 m, o bé 24 per 23 peus de 0,27-8 m. Seguidament, la repartició interna de l'espai mostra una obertura central que es podria situar entre 11 i 12 peus, mentre que els murs exteriors tindrien una amplada de 6 peus (fig. 125, 1).

Finalment, la porta est, protegida pel bastió oriental, respon a la mateixa tipologia constructiva que la resta de portes. Presenta una amplada superior del mur nord, degut a que en aquesta zona el terreny presenta molta pendent i, per tant, necessita de major estabilitat (Bonet i Vives- Ferrándiz 2009, 298). Els murs tenen una longitud situada entre 7,2 i 7,4 m, i una amplada de 3,8 i 1,9 m, amb una obertura de 1,7 m. Amb aquestes mesures s'observa com la construcció és un quadrat de 7,3 m de costat, el que es pot correspondre amb una restitució de 27 peus de 0,27-28 m de costat, si tenim en consideració les diferents restitucions proposades a les altres portes (fig. 125, 2).

Malauradament, són escassos els elements addicionals que ens permetin proposar restitucions mètriques. La distància entre les torres corresponent a 15,95 m únicament s'ha pogut identificar entre les úniques dues torres conservades, el fet de no poder ampliar aquesta anàlisi no ens permetrà conèixer si les torres que segurament reforçarien la part nord de la muralla pel seu costat oest estan seguint una distribució regular, o si per contra la distribució d'aquestes és aleatòria. En qualsevol cas, a nivell poliorcètic la distància entre les torres conservades és considerablement curta, amb escasses possibilitat de flanqueig i, per tant, una funcionalitat defensiva reduïda. Com hem pogut observar al context grec i púnic, és especialment en aquest moment (segle IV aC) quan les muralles s'envolten amb torres defensives rectangulars disposades a una distància regular (27 m en el cas d'Emporion, 39 m en el cas de Lilibeo o 60 m en el cas de Marsala).

Una altra dada interessant que pot permetre hipòtesis de restitució metrològica són les carrerades conservades en la porta oest, de 1,4 m d'amplada de rodes i 2,2 m d'amplada de la caixa (Díes 2005, 76). L'anàlisi d'aquestes dues mesures mostra com aquestes estan relacionades a partir d'una unitat modular de 0,275 m, de manera que l'amplada dels eixos s'aproxima a 5 peus, mentre que l'amplada de la caixa coincideix amb 8 peus, seguint, per tant, una aproximació 8 a 5.

En darrer terme, les restes conservades de toves senceres són molt escasses i no permeten identificar una unitat possible, tot i la dificultat sempre present en aquest tipus de material per tal de fer restitucions metrològiques. En relació a aquest aspecte, les excavacions efectuades per D. Fletcher i E. Pla al departament 30 van recuperar algunes toves senceres de les quals es fa esment a la publicació i, que tenien unes mides de 0,35 per 0,25 per 0,12 m (Fletcher *et al.* 1965, 153); per altra part, les toves recuperades en les darreres campanyes d'excavació a la fortificació presenten normalment un estat fragmentari, però malgrat això tindrien unes mides diferents, ja

que la llargada és sempre inferior a 0,30 m i l'alçada sol ser d'aproximadament 0,08 m<sup>83</sup>.

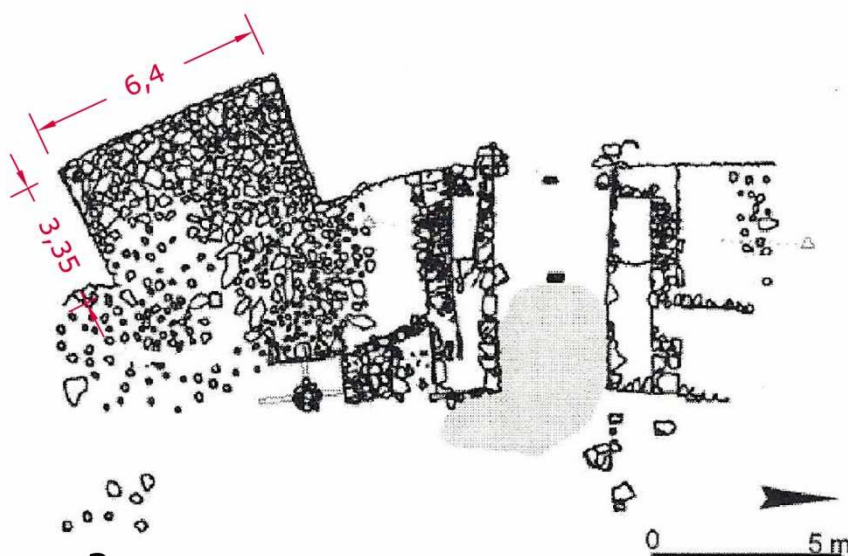
Sobre l'originalitat d'aquest sistema de mesures aquesta és un qüestió en la que no entrarem ara en detall, ja que és objecte d'altre capítol. En qualsevol cas, a la Bastida de les Alcusses, així com a d'altres assentaments ibèrics llevants, tenim la sort de disposar d'un nombre elevat de restes de ponderals que han permès definir la seva morfologia i metrologia. Els ponderals conservats de la Bastida són de forma circular amb un orifici central per tal de poder amuntegar-se i desar-se. L'estudi recent de la metrologia dels pesos a la Contestània Ibèrica realitzat per I. Grau i J. Moratalla (2003-2004), sumat a altres estudis sobre ponderals ibèrics com els de D. Fletcher i C. Mata (1981) o D. Fletcher i L. Silgo (1995) indiquen en el cas dels pesos de la Bastida de les Alcusses una seriació basada en el valor de 8,6 grams, equivalent a la doble dracma grega o al *shekel* cartaginès i que seria el sistema predominant durant el segle IV aC (Grau i Moratalla 2003-2004, 50-51). Com bé apunten I. Grau i J. Moratalla en el cas dels ponderals, l'adopció d'aquest model de pesos respon a una voluntat d'assimilació per part de les aristocràcies ibèriques d'un sistema estès a la Mediterrània occidental (Grau, Moratalla 2003-2004, 51), amb una voluntat segurament d'equivalència de les seves transaccions amb l'equivalent econòmic vigent durant el segle IV aC. Aquest fet ens resulta interessant pels possibles paral·lelismes amb el que hem pogut identificar a les unitats de mesura lineal: l'ús a la Bastida de les Alcusses del peu de 0,27-8 m no és sinó l'adopció del sistema de mesures present al context grec i indígena de la Mediterrània occidental al segle IV aC, com a prova una vegada més de la *koiné* mediterrània on es troba immersa la cultura ibèrica durant el seu esplendor (fig. 126).

---

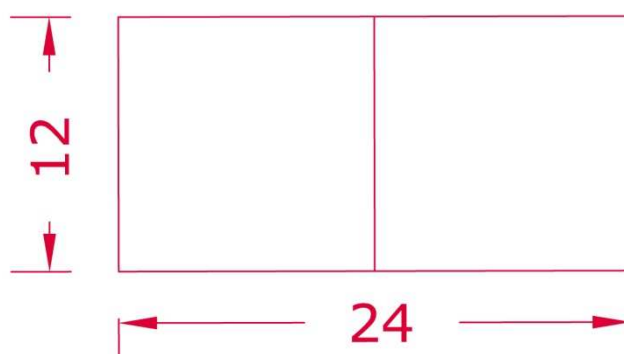
<sup>83</sup> Comunicació personal de Jaime Vives-Ferrándiz (Museu de Prehistòria de València – Servei d'investigació Prehistòrica)



1.



2.



3.

Figura 121. 1. Vista frontal de la torre III de l'oppidum de la Bastida de les Alcusses; 2. Planta de la torre III i la porta oest, amb indicació de les mesures expressades en metres (modificada a partir de Díes 2005, 74); 3. Proposta de restitució geomètrica a partir d'una relació 2 a 1 basada en un quadrat de 12 peus de costat.

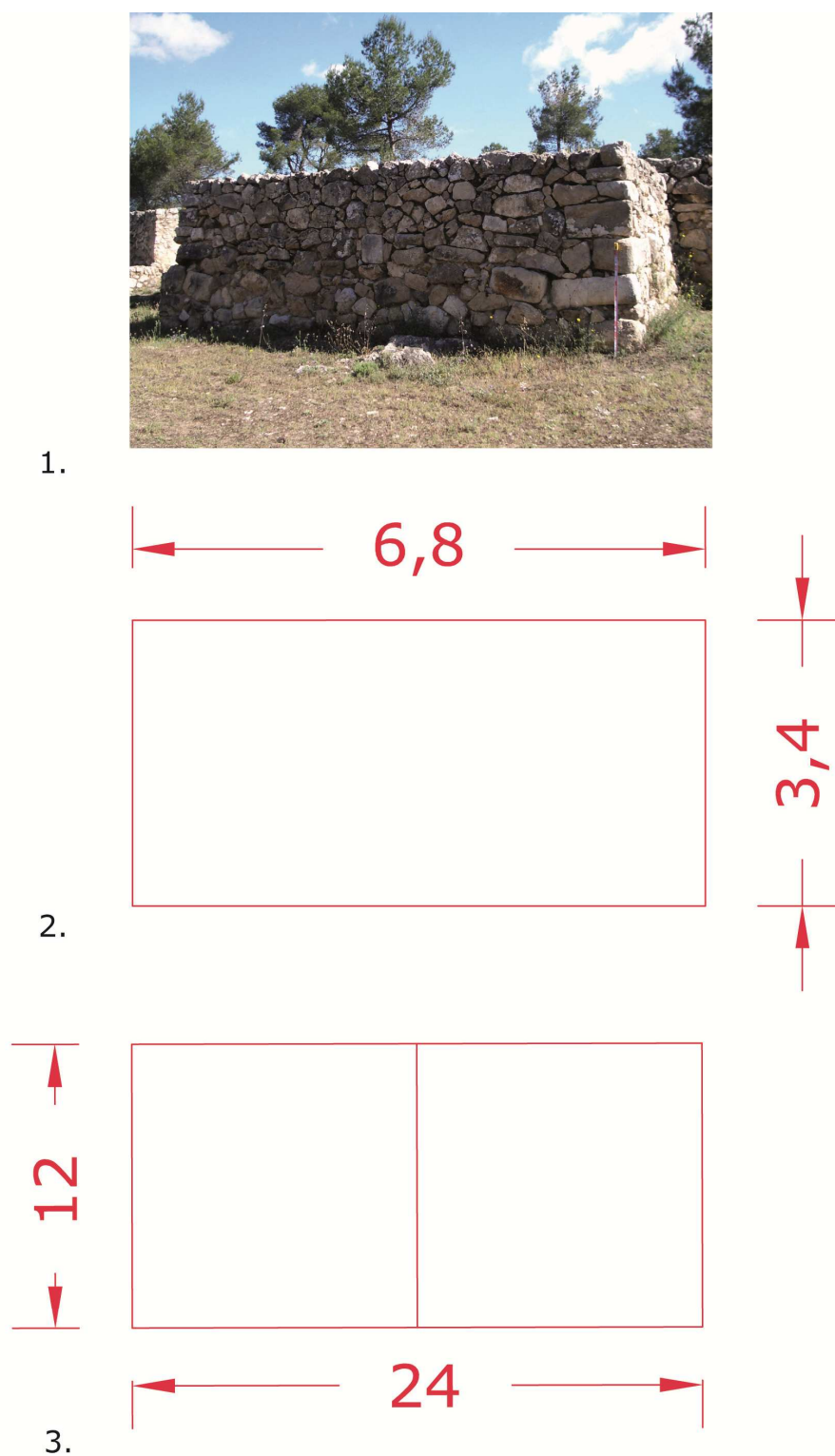


Figura 122. 1. Vista frontal de la torre II de la Bastida de les Alcusses; 2. Croquis de la planta de la torre amb indicació de les mesures en metres; 3. Proposta de restitució geomètrica a partir d'una relació 2 a 1, basada en un quadrat de 12 peus de costat.

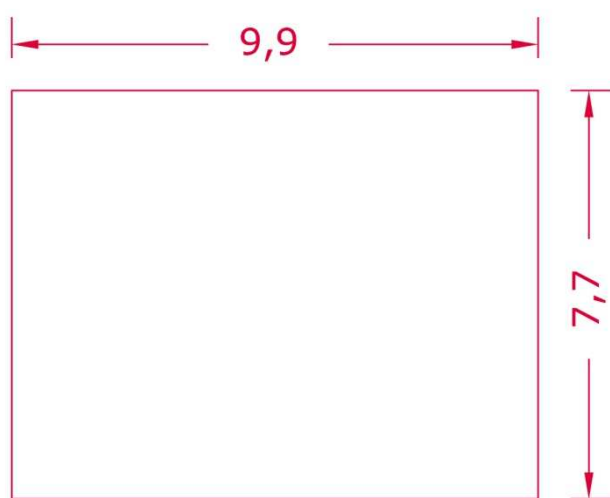


## Metrologia ibèrica a Catalunya i el País Valencià

1.



2.



3.

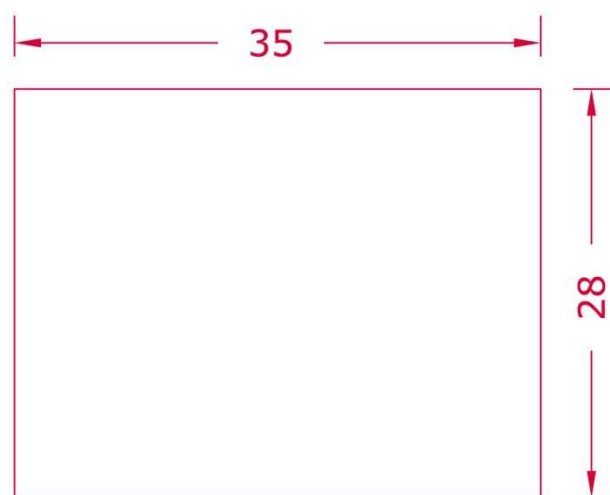


Figura 123. 1. Vista frontal de la torrassa oriental; 2. Croquis de la torrassa amb indicació de les mesures en metres; 3. Proposta de restitució rectangular a partir d'una relació 5 a 4, mostrant un rectangle de 35 per 28 peus.

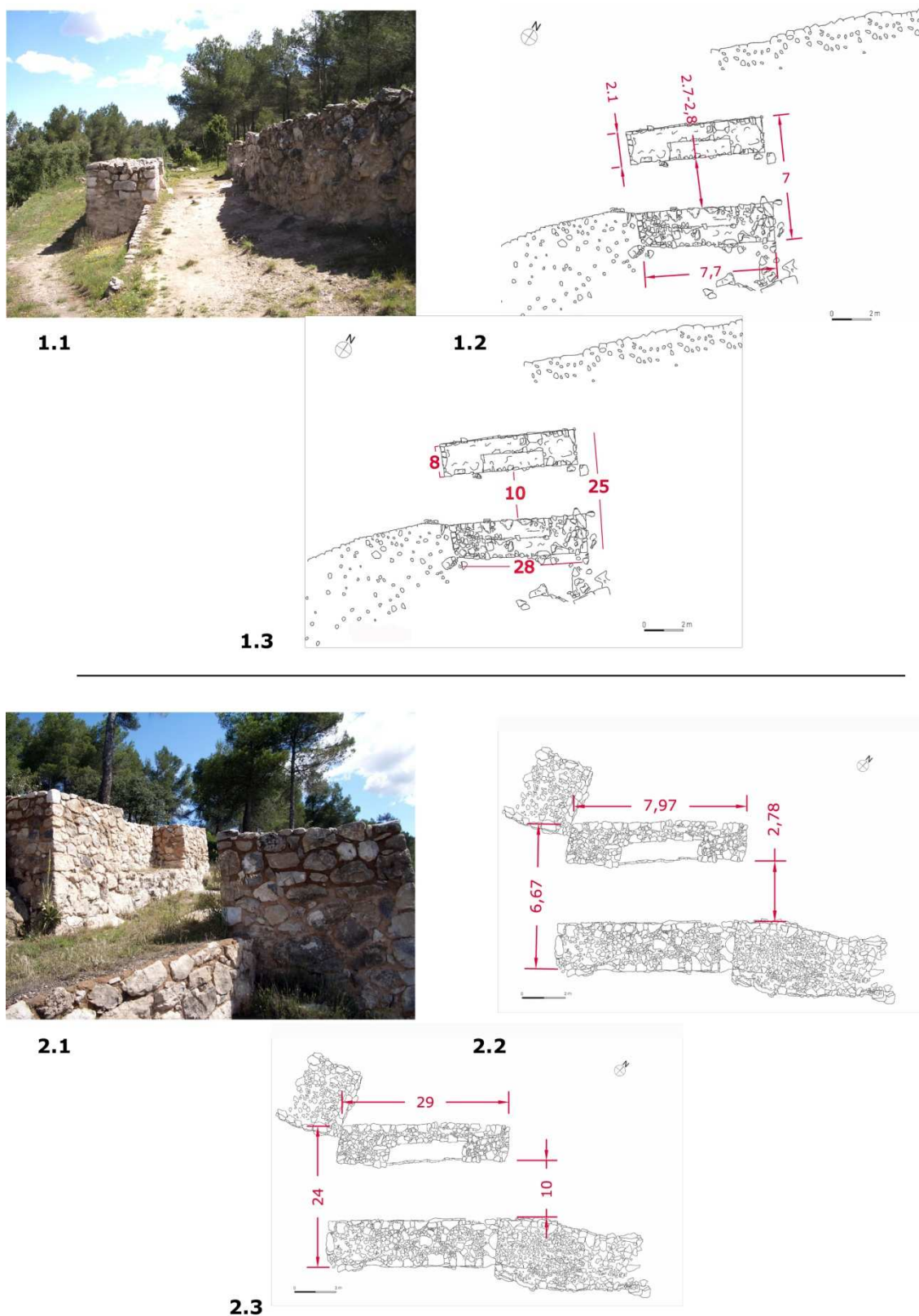


Figura 124. 1.1 Vista frontal de la porta nord; 1.2 Planta de la porta amb indicació de les principals mesures en metres (modificada a partir de Bonet i Vives 2009, 297); 1.3 Planta de la porta amb les mesures expressades en peus. 2.1 Vista frontal de la porta sud; 2.2 Planta de la porta sud amb indicació de les principals mesures en metres (modificada a partir de Bonet i Vives 2009, 297); 2.3 Planta de la porta amb les mesures expressades en peus.

## Metrologia ibèrica a Catalunya i el País Valencià

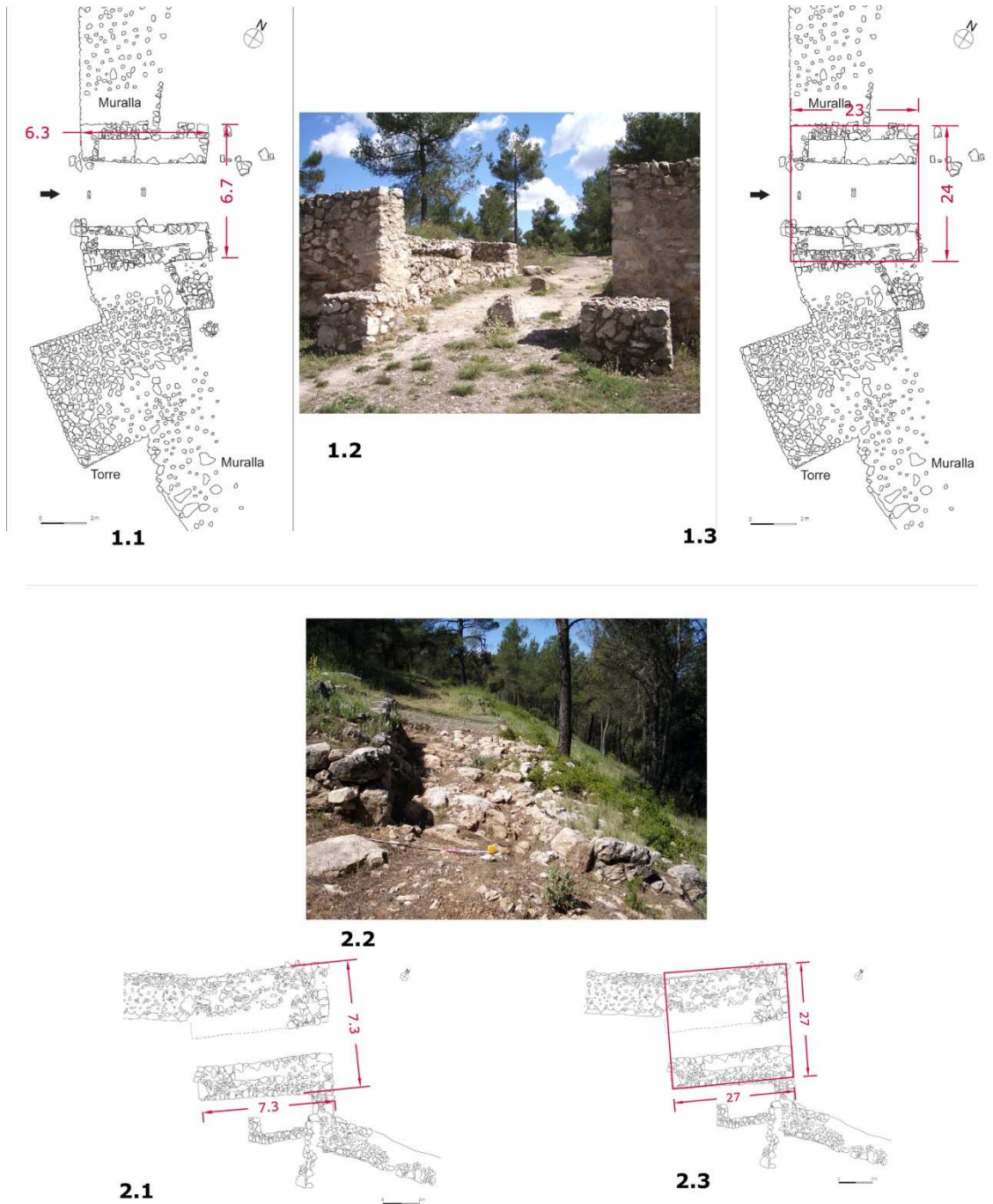


Figura 125. 1.1 Planta de la porta oest amb indicació de les principals mesures en metres (modificada a partir de Bonet i Vives 2009, 297); 1.2 Vista frontal de la porta oest; 1.3 Planta de la porta en peus. 2.1 Vista frontal de la porta est; 2.2 Planta de la porta est amb indicació de les mesures en metres (modificada a partir de Bonet i Vives 2009, 297); 2.3 Planta de la porta est, a partir d'un quadrat de 27 peus de costat.

Pau Olmos Benlloch

	Mesura	Unitat	Valor	Desviació
Frontal T. III	6,4 m.	24	0,267 m.	0,007 m. (2,6%)
Amplada T. III	3,35 m.	12	0,279 m.	0,005 m. (1,8%)
Frontal T. II	6,8 m.	24	0,28 m.	0,006 m. (2,1%)
Amplada T. II	3,4 m.	12	0,28 m.	0,006 m. (2,1%)
Amplada porta N.	7 m.	25	0,28 m.	0,006 m. (2,1%)
Llargada porta N.	7,7 m.	28	0,275 m.	0,001 m. (0,3%)
Espai int. N.	2,7-2,8 m.	10	0,27-28 m.	0,001 m. (0,3%)
Amplada mur N.	2,1	8	0,263 m.	0,01 m. (4,02%)
Amplada porta S.	6,67 m.	24	0,277 m.	0,003 m. (1,09%)
Llargada porta S.	7,97 m.	29	0,274 m.	0 m. (0%)
Espai porta S.	2,78 m.	10	0,278 m.	0,004 m. (1,45%)
Amplada porta W.	6,3 m.	23	0,273 m.	0,001 m. (0,37%)
Llargada porta W.	6,7 m.	24	0,279 m.	0,005 m. (1,8%)
Amplada porta E.	7,3 m.	27	0,270 m.	0,005 m. (1,8%)
Llargada porta E.	7,3 m.	27	0,270 m.	0,005 m. (1,8%)
MITJANA			0,274 m.	1,57%

Figura 126. Principals mesures documentades a l'oppidum de la Bastida de les Alcusses, amb els seus valors corresponents i la seva mitjana, i el percentatge de desviació total i mitjana.



#### 4.3.2.6 El Puig (Alcoi, Alcoià)

El jaciment del Puig d'Alcoi s'ubica en una elevació de 888 m, al sud-est de l'actual nucli urbà d'Alcoi, del qual dista en cinc quilòms. L'assentament ocupa la part plana superior de l'elevació, amb una superfície aproximada de 1,5 hectàrees i presenta una situació estratègica de control de les zones de comunicació entre la Foia de Castalla, l'Alcoià i l'Alacantí (Grau 2002, 118).

L'assentament és conegut des de principis del segle XX, però les primeres intervencions no es van realitzar fins a finals de la dècada de 1960 (Llobregat 1972), i van ser repeses des de 1982 per F. Rubio (Rubio 1985). Actualment, des del Museu Arqueològic d'Alcoi s'estan portant a terme campanyes d'excavacions anuals dirigides per part de J. M. Segura i I. Grau. Aquestes intervencions han permès definir una ocupació que comença a finals de l'edat de bronze i s'acaba a finals del segle IV aC (Barrachina i Moltó 2000, 101; Grau 2002, 335). La fase més coneguda de l'assentament i en la qual hem centrat el nostre estudi és la fase ibèrica del segle IV aC, a la qual corresponen la majoria de les estructures avui en dia visibles.



Figura 127. Vista frontal de la torrassa defensiva del Puig d'Alcoi després de la darrera restauració realitzada en l'any 2008.

La fortificació principal està datada entre els segles V i IV aC, i ha estat objecte d'unes campanyes recents d'excavació i consolidació per tal de conèixer el funcionament de l'estructura i la seva relació amb la resta de l'assentament (Grau i

Segura 2008a; ídem 2008b). Es tracta d'una fortificació típica de barrera, on es tanca i reforça l'únic accés fàcil, ja que la resta de l'assentament està envoltat per unes pendents molt escarpades que dificulten l'accés, a excepció de la zona oriental de l'*oppidum*, la qual es defensa per un tram de muralla simple, avui emmascarada per abancalaments moderns. Aquesta torre massissa (fig. 127) presenta unes mides de 5 per 12 m i està construïda amb aparell irregular, format per carreus lleugerament treballats de dimensions mitjanes i altres de dimensions superiors situats en els angles, per reforçar l'estructura.

El nostre estudi mètric s'ha centrat en aquesta torrassa, que sorprèn en un primer moment per la seva magnitud. Es tracta de la torre de majors proporcions que hem pogut identificar al conjunt d'assentaments ibèrics analitzats en aquest treball. En els casos on s'han trobat estructures defensives de mides superiors, com pot ser el cas de la torre III del Puig de Sant Andreu d'Ullastret de 13 per 10 m, aquestes presenten una proporció entre tots dos costats. D'aquesta manera, la divisió entre els dos costats de la torre proporciona un valor de 2,4, que s'aproxima a una relació basada en una arrel quadrada de 6 (2,44...). Aquesta proporció no ha estat identificada a cap altra fortificació ibèrica, ni en cap altra fortificació grega. Únicament hem pogut documentar una fortificació de mesures semblants, en la qual es podria fer servir una mateixa proporció i, en consideració, una mateixa unitat de mesura, i és el cas de les torres massisses corresponent al sistema defensiu fenici de Mozia en la seva fase del segle V aC (Ciasca 1986, 225). Com hem apreciat al llarg del nostre treball, la proporció que dóna unes mesures superiors és l'aproximació d'arrel quadrada de 5, a la qual correspon la torre defensiva del Molón de Camporrobles, el que considerem com el paral·lel més proper a nivell geomètric de la construcció defensiva alcoiana.

En aquest sentit, pel disseny de la torre de l'assentament contestà plantejàvem una formació basada en l'addició de dos mòduls quadrangulars de 4,8 m de costat, on a partir de la diagonal d'aquest rectangle podem obtenir un rectangle de dimensions superiors seguint una relació d'arrel quadrada de 5. Un cas semblant és el que podem identificar a la torre del Puig, on es pot partir inicialment d'un quadrat de 5 m de costat, al qual se li adossa un altre de dimensions iguals seguint una relació 2 a 1. A partir d'aquest nou rectangle, i seguint un esquema similar al de la torre anterior, si prenem com a radi la diagonal d'un d'aquests quadrats inicials obtenim un rectangle de dimensions superiors (2,07 m), que coincideix amb les mides de la planta de la torrassa defensiva (22,07 m). Tot i tractar-se d'una aproximació no documentada, fins ara, a la cultura ibèrica, no cal sinó recordar que la base d'aquesta proporció és l'arrel

quadrada de 2, la qual hem pogut identificar de manera freqüent a diferents recintes defensius ibèrics.

A partir de la identificació d'aquesta aproximació proposem una restitució metroològica basada en un colze de 0,5 m, a partir del qual obtenim un quadrat inicial de 10 colzes o dues passes de costat; així, si afegim un altre quadrat de 10 colzes i perllonguem aquest quadrat a partir del seu radi s'obté un rectangle proporcionat de 4 peus, fins a configurar una planta total de 24 per 10 colzes (fig. 128).

La restitució metroològica i el paral·lelisme de les mesures ens porten a deixar obertes dues hipòtesis: com és una possible influència fenícia en aquesta construcció o en el seu disseny previ, dels quals es podria haver adoptat la unitat de mesura, o bé també existeix la possibilitat que les mesures de la torre estiguin condicionades per l'espai disponible, adaptant-se per tant a la topografia, amb la voluntat de cobrir el màxim de superfície possible. És evident l'adaptació topogràfica de la torre defensiva, però considerem com hipòtesis més probable que les condicions defensives i topogràfiques supeditin el disseny d'aquesta estructura, motiu pel qual els constructors ibèrics optessin per aquesta solució.

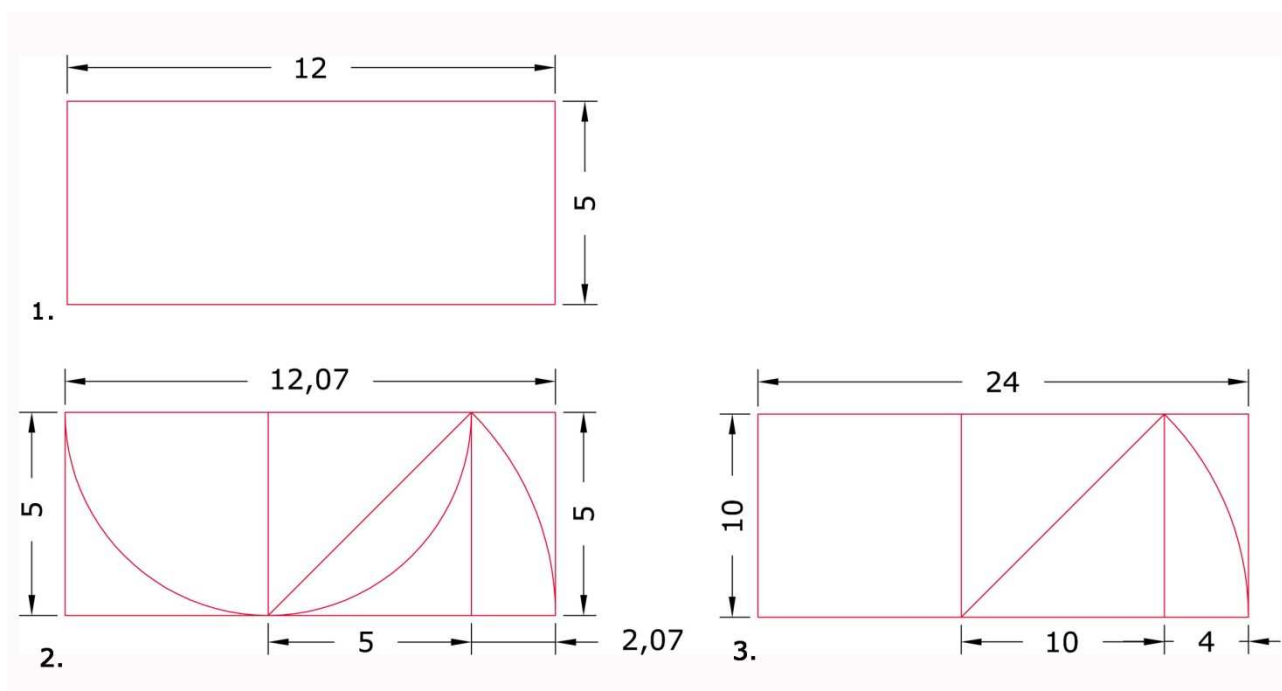


Figura 128. 1. Croquis de la torre amb indicació de les mesures expressades en m; 2. Restitució geomètrica de la torre seguint una restitució d'arrel quadrada de 6, expressada en m; 3. Restitució geomètrica expressada en forma de colzes de 0,5 m.



#### 4.3.2.7 L'Empedrola (*Calp, Marina Alta*)

Les darreres excavacions portades a terme al tossal de l'Empedrola han documentat l'existència d'una torre aïllada ibèrica (Bolufer i Sala 2009). Aquesta estructura se situa en una lloma a l'interior del terme municipal de Calp, amb una funcionalitat estratègica de control, per una part, dels passos d'accés cap a les terres interiors i, per altra part, amb una bona comunicació amb l'assentament ibèric coetani que se situava als peus del Penyal d'Ifach, així com amb un domini visual de la zona de les salines i de la línia de costa.

La torre presenta una estructura rectangular i presenta un bon estat de conservació, pel que respecta al sector nord i oest, ja que cap al sud l'estructura està espoliada i alterada. Es tracta d'una construcció massissa disposada directament sobre el terreny natural, on es delimiten uns murs perimetrals fets amb doble parament de maçoneria lligada amb terra argilosa i graves (fig. 129). A l'interior de l'estructura es documenta un rebliment de pedres lligades amb la mateixa tècnica, al centre de les quals s'ha pogut identificar una zona enllosada quadrada, que podria haver actuat com a pavimentació d'una àrea descoberta o del badalot de l'escala (Bolufer i Sala 2009, 60). L'anàlisi de les restes conservades no ha permès identificar l'existència de murs de compartimentació interiors i, per tant, es proposa una construcció de més d'una planta en alçada.



Figura 129. Vista de les restes conservades de la torre de l'Empedrola (extret de Bolufer i Sala 2009)



La datació de l'estructura se situa dintre del segle IV aC, amb una etapa d'ocupació no gaire llarga, que no entraria dintre del segle III aC. Aquesta cronologia ha estat proposada per la identificació, dintre del rebliment i del talús de tres individus d'àmfores púniques d'Eivissa T-8.1.1.1 i una àmfora de l'Estret T-8.2.1.1, a més d'un plat de peix de vernís negre àtic.

La torre presenta unes mesures exteriors de 8,2 per 10,6 m (Sala 2006, 143; Bolufer i Sala 2009, 61)<sup>84</sup>, amb una amplada dels murs perimetrals situada entre 0,9 i 1,1 m. Abans d'entrar a analitzar les restitucions metrològiques possibles d'aquesta estructura, hem de valorar una sèrie de paral·lels proposats pels seus excavadors, a partir de la comparació de les mesures de la planta de la torre. Així, s'ha posat com a paral·lel mètric les torres de la porta de Torreparedones i la torre VI del Tossal de Manises, plantejant la hipòtesi de la utilització del colze púnic documentat a les torres ibèriques de Torreparedones. Segons la nostra opinió, aquest dos paral·lels mètrics no són del tot encertats ja que, en primer lloc, les mesures de les estructures posades com a paral·lel i, en conseqüència la seva restitució geomètrica, no es corresponen exactament amb les de la planta de l'Empedrola (10,3 per 8,3 m a Torreparedones i 10,06 per 8,2 m a la torre VI del Tossal de Manises) i, per altra part, la cronologia d'aquestes dues construccions no es correspon amb les de la torre ibera contestana; així, mentre que la torre cordovesa se situa en el segle II aC arran de les noves excavacions (Morena López 2002, 158), la torre alacantina es data en l'últim quart del segle III aC.

Pel que respecta a la restitució metrològica, si dividim els dos costats de la torre obtenim un valor de 1,3, que es pot relacionar amb una aproximació 4 a 3 dels costats (1,33). Proposem, per tant, una restitució geomètrica basada en un rectangle 3-4-5, pel qual la suma dels quadrats dels catets és igual al quadrat de la hipotenusa ( $a^2 + b^2 = c^2$ ) ( $67,4 + 112,36 = 179,76$ ). Així, si dividim els costats mitjançant aquesta relació obtenim un valor als costats de 2,65 i 2,73, amb un valor de mitjana de 2,69, que es podria considerar com el mòdul de la construcció. A partir d'aquests valors proposem la utilització d'una unitat de mesura aproximada de 0,27 m, que es correspon a 10 vegades o bé 2 passes aquest mòdul (2,70). Així mateix, l'amplada dels murs perimetrals es podria correspondre amb 4 peus (1,08 m). Plantegem, per tant, una

---

<sup>84</sup> Al llarg del treball de camp que efectuarem a la zona alacantina no vam poder accedir a l'assentament, per tal de comprovar les mesures, ja que aquest se situa en propietat privada, d'aquí que ens hem de valdre de les mesures proporcionades pels seus excavadors.

planta rectangular de 40 peus de llargada per 30 peus d'amplada, amb una hipotenusa associada de 50 peus (fig. 130).

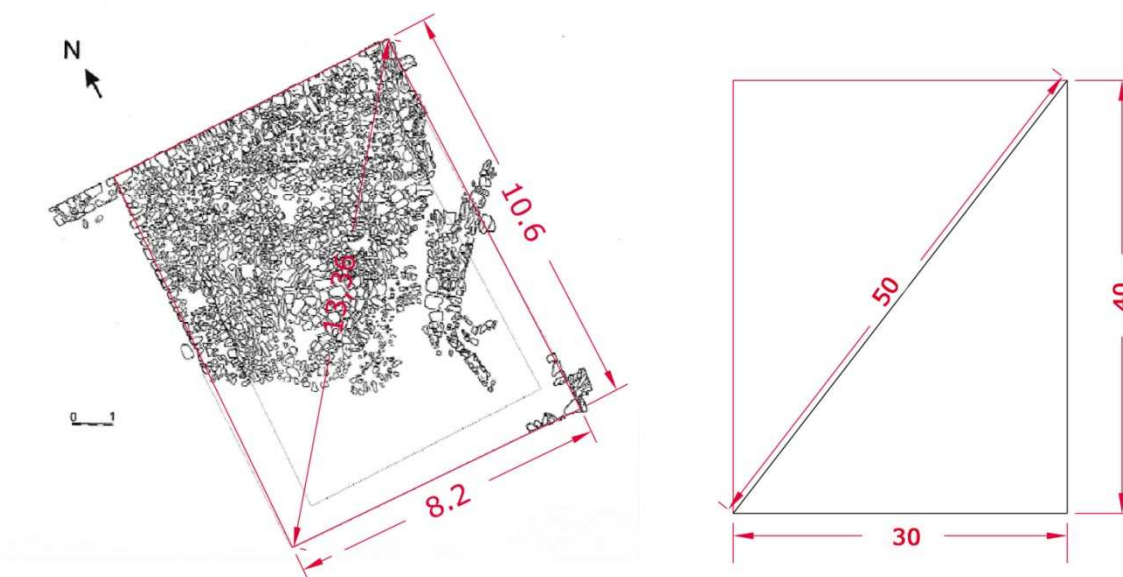


Figura 130. Planta de la torre de guaita ibèrica de l'Empedrola amb indicació de les principals mesures en m (esquerra) (modificada a partir de Bolufer i Sala 2009, 57) i restitució constructiva seguint triangles pitagòrics i expressada en peus (dreta).

Si atenem a la cronologia de la construcció (segle IV aC), ens trobem davant d'un dels primers exemples de l'aplicació del triangle pitagòric 3-4-5 que hem documentat a l'arquitectura ibèrica. No tornarem a entrar ara en els avantatges pràctics d'aquesta solució per tal de plantejar plantes rectangulars. El paral·lel més directe pel que fa a l'esquema constructiu, tot i la distància geogràfica que els separa, és la torre IV del Puig de Sant Andreu d'Ullastret, datada també durant el segle IV aC que, tot i tenir unes mesures considerablement diferents (9,5 per 7 m), el seu esquema i unitat de mesura coincideix amb el proposat per a la torre contestana. Si atenem al que ocorre a la resta de l'arquitectura defensiva occidental, podem observar com la primera adaptació que hem identificat d'aquest esquema constructiu correspon a les torres defensives de la colònia púnica d'Olbia a Sardenya datada també al segle IV aC i amb unes mesures aproximades de 10,35 per 7,9 m. En aquest cas hem plantejat una intervenció o influència directa de constructors d'origen hel·lènic que haurien implantat aquesta proporció i, conseqüentment, la seva unitat de mesura. Creiem que aquesta concepció constructiva d'origen hel·lenístic, plasmada al sistema defensiu de la ciutat sarda, podria haver estat també implantada a la torre de l'Empedrola, sense necessitat d'existir un contacte directe entre les dues poblacions, sinó simplement amb la voluntat dels constructors ibèrics d'adaptar l'esquema constructiu d'una de les principals obres defensives del seu moment, com és la de la ciutat d'Olbia. Així mateix, l'esquema

restitutiu que hem pogut identificar a les torres d'aquest assentament es correspon amb un rectangle de 35 per 25 peus de 0,3 m, el que s'assimila bastant a les mesures conservades de la torre de l'Empedrola.

Pel que fa la unitat de mesura emprada per la construcció, podem comprovar com les dades metrològiques disponibles sobre l'arquitectura contestana mostren una adaptació regular del peu de 0,275 m durant el segle IV aC. La comparació amb la torre del Puig, de la qual l'únic paral·lel de què disposem se situa també dintre de l'òrbita fenícia occidental, obre una hipòtesi d'interpretació de l'adopció primerenca d'aquesta solució constructiva. Així, es possible plantejar que la inclusió de la zona contestana dintre l'esfera comercial cartaginesa a partir del segle IV aC portés a la importació de dissenys i esquemes fenicis occidentals a l'arquitectura ibèrica.

#### 4.3.2.8 Tossal de Manises (Alacant, Alacantí)

L'assentament del Tossal de Manises se situa a 3,5 km de l'actual ciutat d'Alacant, al cim d'un petit turó o tossal (d'aquí el seu nom). Aquesta petita elevació de 38 m d'altura al seu cim s'alça sobre una zona d'estanys coneguda com la Albufereta, avui dessecada.

Aquest poblat ha tingut un paper molt rellevant a la història alacantina, ja que des d'un primer moment es va posar en relació amb la ciutat d'*Akra Leuké*, ciutat fundada per Amílcar Barca. Les excavacions portades a terme al jaciment van permetre conèixer bé la ciutat romana de *Lucentum*, que fins al moment es considerava situada a l'actual nucli de la capital alacantina.

Les excavacions a l'assentament van començar a la dècada de 1930, per part de J. Lafuente Vidal i F. Figueras Pacheco. En aquest moment es considera una ciutat romana però amb un passat grec o cartaginès (Olcina i Pérez 2001, 27). Els posteriors treballs d'Enric Llobregat i Miquel Tarradell van incidir en l'origen d'aquest assentament, i van situar la fundació dintre del context de la Contestània ibèrica. Si això fos així, es tractaria d'un assentament iberoromà que hauria estat fundat vers el segle V-IV aC. Les darreres excavacions portades a terme per M. Olcina i el MARQ han constatat la presència de materials associables a aquestes cronologies, però que no s'han pogut relacionar amb cap estructura constructiva (Olcina 2005, 158), tot i que molt probablement el nucli ibèric estigués situat a la part més elevada del turó (Olcina 2009), a diferència de la posterior implantació situada a la vessant més baixa. D'aquesta manera, l'origen de la ciutat, a la qual s'associen les restes actualment conservades, es data al darrer terç del segle III aC, quan es construeix una potent fortificació que emmarca una superfície total d'unes 3 hectàrees. Per altra part, els treballs d'arqueologia urbana desenvolupats a l'altre costat de l'Albufereta per la secció d'Arqueologia de l'ajuntament d'Alacant, han detectat un nucli ibèric anterior a la fundació del Tossal de Manises, el conegut com a Tossal de les Basses o Cerro de las Balsas (Rosser *et al.* 2004). A aquest assentament pertanyeria probablement la necròpolis ibèrica de l'Albufereta, situada a l'altre costat de l'estany, als peus de l'assentament cartaginès, i que fins a la descoberta del nucli ibèric havia estat considerada com la necròpolis de l'assentament proper del Tossal de Manises (Figueras Pacheco 1956, Rubio Gomis 1986).

La nostra anàlisi mètrica se centra en la complexa fortificació, formada per un conjunt de torres buides situades al vessant nord-est de l'assentament, i una torrassa

massissa situada a la part inferior de la ciutat. Aquest sistema defensiu es veurà reforçat per un mur avançat (Olcina 2005, 160). La funcionalitat d'aquesta potent fortificació era, per una part, la d'impedir l'apropament de maquinària d'assalt i, per altra, la col·locació a les torres de catapultes. Les torres buides se situen enfrontades al camí principal d'entrada a l'assentament, com han documentat les carrerades tallades en la roca (Olcina i Pérez 2001, 62). La filiació oriental d'aquesta construcció es veu refermada pel seu paral·lel formal amb les muralles púniques de Cartagena, Carteia o Doña Blanca. Juntament amb aquest tret, l'element més definitori de la tradició constructiva púnica són les cisternes "a bagnerola", tan característiques del món cartaginès i associades constructivament a les torres VIII i VI. Un cop destruït l'assentament a finals del segle III aC, aquesta fortificació, que ja hauria estat desmantellada, es reforça amb torres massisses rectangulars, seguint els models constructius de la tradició constructiva romano-republicana.

Tot i els evidents trets d'origen cartaginès o d'època dels Barca que caracteritzen aquesta fortificació, i el paral·lelisme constructiu amb la muralla de compartiments de Cartagena, la diferència en els sistemes de mesures i en la tècnica constructiva ens ha fet incloure aquest sistema defensiu dintre de la categoria de fortificacions ibèriques i no dintre de les cartagineses. En qualsevol cas, estem davant d'una de les obres defensives més complexes de l'àrea valenciana i, sens dubte, la que presenta una major influència oriental en la seva construcció i plantejament.

A la fase inicial del recinte defensiu corresponen les torres II, Va, VI, VIII, IX i XI. D'aquestes torres, la número VI i la número VIII presenten una planta tripartida, mentre que les torres Va i IX no presenten cap repartició interior. Per la seva part, la torre XI es troba molt malmesa i no permet conèixer la seva morfologia. Finalment, la torre número II presenta una estructura diferent a la resta, ja que és l'única massissa en planta. A aquestes torres se'ls adossa el cos de muralla amb una amplada entre 1 i 1,2 m (fig. 131).

La **torre VI** és de planta rectangular i presenta unes mesures de 10,10 m de front per 8,15 m de costat. Aquesta torre presenta una repartició tripartida interior, que s'ha interpretat com a basament d'una estructura superior destinada a allotjar artilleria. El gran pes d'aquestes màquines faria necessària la disposició tripartida dels fonaments, per tal de poder repartir les càrregues correctament. La nostra proposta de restitució metrològica parteix de la identificació del sistema de proporcions plantejat a la construcció. De la divisió entre els dos costats de la torre s'obté un valor aproximat de 1,23, el que es pot posar en relació a una proporció 6 a 5 (1,2). A partir d'aquest

pressupòsit hem procedit a cercar un mòdul constructiu que s'ajusti a aquest plantejament, i que tingui en compte igualment la disposició tripartida de l'estructura. En aquest sentit, aquesta disposició ha estat un avantatge per tal d'identificar la unitat modular, ja que interpretem que el plantejament arquitectònic inicial de la construcció hauria dividit la torre en tres mòduls amb les mateixes mides. D'aquesta manera, la divisió tripartida del front de la torre dóna un valor de 3,36 m, que es correspon aproximadament amb l'eix dels murs mitgers. Un cop definit aquest plantejament i seguint la proporció en base 6, la subdivisió de cadascun d'aquests tres espais de 3,36 m permet deduir la utilització d'un mòdul inicial de 0,54-6 m, que probablement es correspon amb la mesura que defineix la construcció de tota l'estructura. La part llarga del rectangle es conformaria, per tant, de 6 per 3 unitats de 0,54 m, és a dir, 18 colzes o bé 3 braces o vares. La part curta, per altra part, seguint la proporció 6 a 5 detectada al rectangle, s'ha de correspondre amb un valor que pugui ser divisible per 3, i en aquest cas proposem la divisió per 15, amb el que obtenim novament un mòdul de 0,54 m.

De la mateixa manera, l'amplada dels murs tant exteriors com interiors també està en relació amb aquesta modulació. Així, les parets exteriors tenen una amplada de 1,10 m, que es correspon exactament amb 2 colzes; els murs mitgers tenen una amplada menor, i que correspon amb un colze.

En resum, proposem una restitució general de la torre basada en un rectangle de 18 per 15 colzes, amb una divisió interna de 3 braces de sis colzes. Aquesta divisió pot ser a la vegada subdividida en quatre colzes que corresponen a l'amplada dels murs exteriors, dos colzes corresponents a l'amplada dels murs mitgers i, per últim, 12 per 11 colzes, que seria l'espai interior obert (fig. 132).

La **torre VIII**, també de planta rectangular, presenta una planta similar a la de la torre VI, tot i que amb unes mesures una mica diferents. Les seves mides són de 11,30 m de frontal per 6,70 m de costat. La seva disposició tripartida permetria, per tant, la mateixa funcionalitat per allotjar maquinària de combat a la qual hem fet esment per l'altra torre. Per la nostra restitució metrològica hem fet servir la metodologia emprada anteriorment. En aquest cas, de la divisió entre els dos costats s'obté un valor de 1,69. Aquest valor es pot aproximar a una divisió basada en una proporció 7 a 4, que dóna un valor de 1,75. A partir d'aquesta divisió en 7 mòduls corresponents al costat llarg per 4 mòduls que correspondrien al costat curt, la multiplicació en base 3 ens mostra un rectangle de 21 per 12. Per tant, la subdivisió de les mesures de la torre per aquest mòdul ens atorga una unitat de 0,54 m, que és la

mateixa que hem pogut identificar a la torre VI. Com ocorre a l'altra torre, la divisió de la planta tripartida respon a un mòdul de 3,77 m, és a dir, 7 colzes de 0,54 m, que encaixen novament amb l'eix dels murs mitgers.

D'aquesta manera, identifiquem una restitució basada en un rectangle més allargat de 21 per 12 colzes, que a la seva vegada es divideix internament en 7 colzes. Tal i com hem observat per la torre VI, les parets exteriors i els murs mitgers es troben també en relació amb aquesta modulació. Novament, els murs laterals i frontal tenen una amplada superior que correspon a dos colzes, mentre que els murs interiors tenen una amplada aproximada d'un colze. La superfície oberta interior seria, per tant, en aquest cas, de cinc per vuit colzes per cada estança.

La comparació d'aquestes dues torres, les úniques tripartides, ens mostra una sèrie de paral·lelismes constructius més enllà de la seva morfologia idèntica. En ambdós casos la unitat modular de base és idèntica, el colze de 0,54 m, tot i que expressat amb una proporció diferent 6 a 5, per 7 a 4, el que porta a que les mesures reals siguin diferents en els dos casos, però el que més ens importa és que el plantejament constructiu inicial i, per tant, la forma d'entendre l'arquitectura és el mateix. La forma més factible de distribuir l'espai d'aquestes torres seria mitjançant l'ús de cordes per marcar la superfície a repartir, i posteriorment dividir-la en tres mitjançant unes vares de 6 o 7 colzes; el tractament dels costats per obtenir angles rectes remetria a l'ús d'escaires mòbils de fusta o bé de metall.

Les **torres IX i Va** pertanyents al mateix sistema defensiu, però en aquest cas sense divisió interna responen novament a un esquema constructiu idèntic. Aquestes dues torres amiden 8,09 per 5,54 m; per 8,92 per 6,07 m respectivament. La divisió dels dos costats atorga un valor idèntic de 1,46, el que es pot posar en relació amb una proporció 3 a 2 (1,5), on el costat llarg seria equivalent a 3 mòduls, mentre que el costat curt equivaldria a 2 mòduls. D'aquesta manera, la multiplicació d'aquest mòdul amb una base 5 dibuixa un rectangle de 15 per 10 mòduls. En el cas de la torre IX, la divisió de les mesures reals de la torre per aquesta restitució, ens proporciona novament una unitat modular de 0,54 m, que es correspon també amb l'amplada dels murs que és de 2 colzes. La torre Va, tot i disposar de les mateixes proporcions, té unes mides reals que suposen pràcticament un augment de dos per un colze a cada costat; per tant, es pot proposar en aquest cas un rectangle de 17 per 11 colzes de 0,54 m (fig. 133).

A partir de l'anàlisi mètrica proposem una sèrie de diferències i noves interpretacions d'aquest recinte defensiu. D'aquesta manera, hem pogut comprovar la utilització d'una unitat de mesura diferent a l'emprada al sistema defensiu de Cartagena, el qual per altra part respon al mateix model constructiu general. El principal problema és la identificació d'aquesta unitat de mesura. Per una part, el colze de 0,55 m també conegut com a neoassiri és escassament utilitzat al context occidental, si exceptuem el cas de *Volubilis*. D'aquesta manera, plantejem que la unitat reguladora pugui ser el peu de 0,275 m, que correspon exactament a la meitat del colze de 0,54 m. Com hem vingut esmentant al llarg del desenvolupament del treball, aquesta unitat és el patró de mesures utilitzat de manera més freqüent als assentaments ibèrics contestans durant els segles IV i III aC. A partir d'aquesta premissa, volem reprendre la filiació iberopúnica de la construcció del Tossal de Manises. Cal considerar que l'obra hauria estat plantejada per dirigents cartaginesos, seguint el model emprat a la muralla de Cartagena, però que la plasmació tècnica de la construcció podia haver estat efectuada per mà d'obra ibèrica local (sens dubte molt més nombrosa que el contingent cartaginès), que haurien fet servir el seu propi sistema de mesures dintre d'un esquema constructiu cartaginès.



# Metrologia ibèrica a Catalunya i el País Valencià

	MESURA	COLZE	VALOR	PEU	VALOR
T. VIII llarg	11,31 m.	21	0,538 m.	42	0,269 m.
T. VIII ampl	6,71 m.	12	0,55 m.	24	0,279 m.
T. VIII int.	3,76 m.	7	0,537 m.	14	0,268 m.
T. VI llarg	10,08 m.	18	0,56 m.	36	0,28 m.
T. VI ampla	8,19 m.	15	0,546 m.	30	0,273 m.
T. VI int.	3,36 m.	6	0,56 m.	12	0,28 m.
T. IX llarg	8,09 m.	15	0,539 m.	30	0,269 m.
T. IX ampla	5,54 m.	10	0,55 m.	20	0,277 m.
T. Va llarg	8,92 m.	17	0,524 m.	34	0,262 m.
T. Va ampla	6,07 m.	11	0,55 m.	22	0,275 m.
Ampla murs	1,1 – 1,2 m.	2	0,55 m.	4	0,275 m.
TOTAL			0,545 m.		0,272 m.

Figura 131. Principals mesures identificades a l'assentament i valor en colzes i peus.

Pau Olmos Benlloch

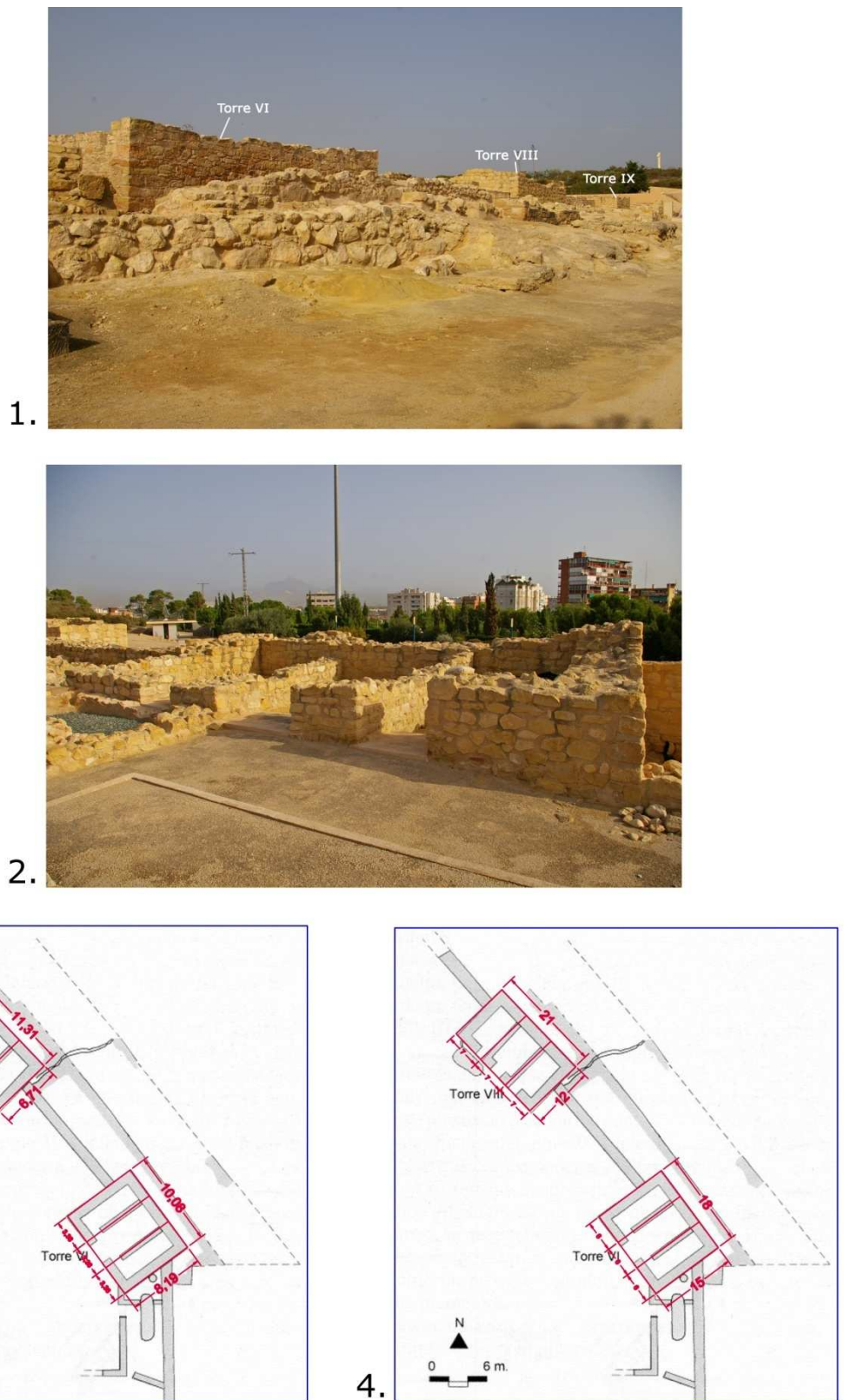
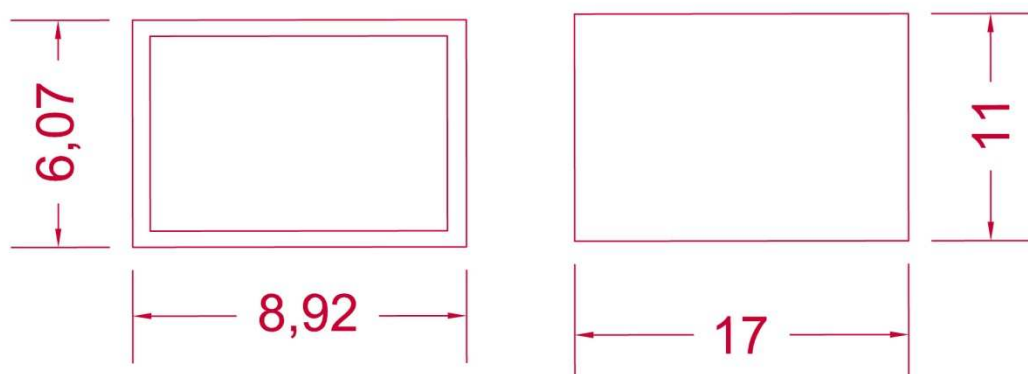
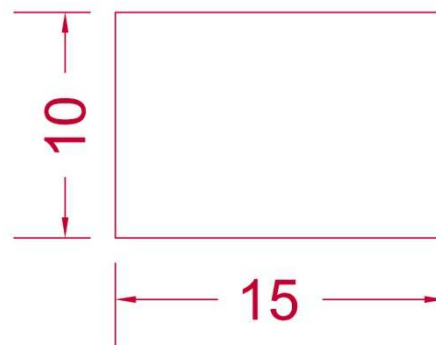
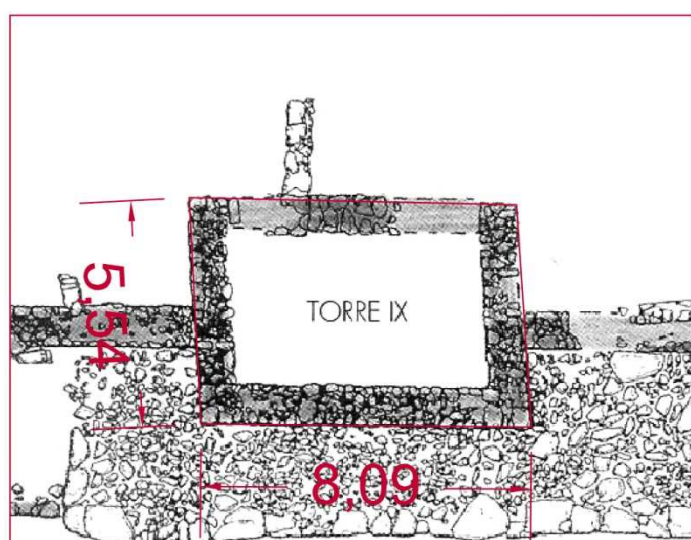


Figura 132. 1. Vista frontal de les torres defensives del Tossal de Manises; 2. Interior de la torre VIII de planta tripartida; 3. Planta de les torres VI i VIII amb indicació de les principals mesures en m (modificat a partir d'Olcina 2005, 160); 4. Planta de les torres VIII i VI amb restitució hipotètica en colzes.

## Torre Va



1.



2.

Figura 133. 1. Planta de la torre Va amb indicació de les mesures en m i restitució de la planta en colzes; 2. Planta de la torre IX amb indicació de les mesures en m (modificat a partir d'Olcina i Pérez 2001, 61).

#### 4.3.2.9 Altres estructures defensives edetanes

Dintre d'aquest apartat hem volgut incloure un conjunt de torres defensives que formarien part de l'entramat defensiu edetà. La principal característica que presenten en comú és el coneixement molt parcial d'aquestes estructures, el que ens ha portat a considerar-les dintre d'una categoria separada. Tot i ser molt escasses, les informacions disponibles sobre aquestes torres corresponen a excavacions o sondejos antics, o bé a prospeccions superficials.

Dintre de la primer categoria situaríem la torre del poblat ibèric de la **Cova Foradada** de Lliria (Camp de Túria) coneguda des de la dècada de 1930 fruit de les prospeccions efectuades per Domingo Fletcher i el Servei de Prehistòria de la Diputació de València; en aquestes visites també es van efectuar les primeres cales arqueològiques. En tot cas, no serà fins el 1967 quan Milagros Gil-Mascarell publica els primers resultats dels sondeigs efectuats a l'interior del poblat i, es presenta la primera i ara per ara única interpretació del jaciment. En aquest estudi (Gil-Mascarell 1970) es presenten les escasses restes d'hàbitat de l'assentament, així com l'anàlisi del seu sistema defensiu que serà el que més ens interessa pel nostre estudi. El recinte defensiu envolta completament el poblat, a excepció de la part nord que queda protegida per l'escarpada orografia de l'assentament. Aquest recinte es compon d'una muralla simple de maçoneria, reforçada en el seu costat sudoccidental per un sortint del llenç de muralla. En aquest punt, la muralla gira en angle recte fins a l'escarpa del terreny. Al final d'aquest tram, i sense connexió directa amb la muralla es disposa una torre rectangular de 11 per 7 m, amb murs de 1,75 m d'amplada (Gil-Mascarell 1970, 95). La tècnica de construcció de la torre és una mica diferent de la utilitzada a la muralla, ja que aquí està realitzada amb pedra de mida superior disposada en aparell *quasi quadratum*. El canvi de tècnica constructiva, la disposició de la torre sense cap relació amb la muralla i les informacions obtingudes pels únics sondejos efectuats a la torre, semblen indicar una cronologia a aquesta construcció posterior a la de l'assentament, que es remuntaria a inicis del segle IV aC. D'aquesta manera, la torre seria una construcció exempta datada durant els segles II-I aC, a partir de la ceràmica campaniana B (Gil-Mascarell 1970, 105).

Actualment el tossal on se situa el poblat de la Cova Foradada és explotat com a pedrera, impossibilitant l'accés normal als visitants. Aquest fet ens ha condicionat la nostra recerca, fent que ens haguem de valdre, per tant, de l'anàlisi de les dades presents a les publicacions disponibles. A partir d'aquestes dades, la divisió entre els dos costats dóna com a resultat un valor de 1,57, que es pot associar amb una

proporció 8 a 5 que dóna un valor de 1,6. En qualsevol cas, hem de considerar una possible modificació de les mesures, amb un probable arrodoniment vers nombre sencers en el moment de publicació de les dades. D'aquesta manera, la comprovació de les mesures en base a les planimetries publicades dóna uns resultats de 11 per 6,8 m, a partir de la divisió dels quals s'obté un valor de 1,61, és a dir, una proporció de secció àuria. En qualsevol cas, aquesta diferència de 0,2 m no canvia la interpretació del sistema de proporcions, ja que l'aproximació 8 a 5 és igualment vàlida. A partir d'això, la subdivisió dels costats de la torre entre 8 i 5 dóna un valor de 1,375 i 1,36. Si considerem aquest valor com el mòdul podem apreciar que aquest valor equival exactament amb 5 peus de 0,275 m (1,375 m), amb la qual cosa obtindríem un rectangle resultant de 40 per 25 peus seguint una aproximació de secció àuria (fig. 134).

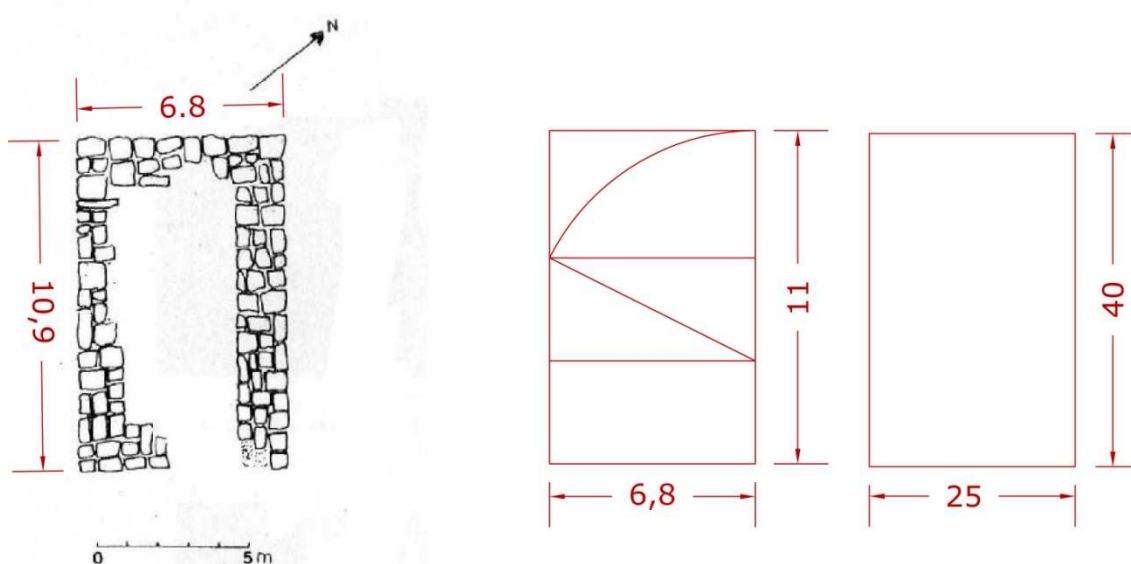


Figura 134. Planta esquemàtica de la torre de la Cova Foradà amb indicació de les mesures principals en m (modificada a partir de Díes 1986, fig. 3), restitució de la probable aproximació geomètrica i planta de la torre en peus.

A partir d'aquesta comprovació se'ns obren una sèrie d'interrogants: per una part, el sistema de proporcions emprat ens faria retrocedir la construcció d'aquesta torre a un moment anterior, fins a situar-la en el moment ibèric ple; per altra part, a partir de l'anàlisi de la unitat de mesura no podem atribuir una cronologia aproximada, ja que a la zona ibèrica valenciana hem documentat la utilització del *pes oscus* o peu itàlic de 0,275 m des del segle IV aC fins als primers moments de romanització.

Un cas similar al de la Cova Foradada és el de l'assentament ibèric de **Rotxina** a Sot de Ferrer (Alt Palància). Aquest jaciment de petites dimensions va ser excavat

completament entre 1913 i 1916, essent publicats els resultats posteriorment (Fletcher 1940), en la que és la única publicació detallada del conjunt. L'hàbitat presenta les característiques d'una talaia defensiva ibèrica similar al Puntal dels Llops, amb una torre defensant l'entrada i els diferents departament organitzats a banda i banda d'un carrer central. La cronologia proposada inicialment se situa entre els segles II i I aC, tot i que la revisió dels materials sembla indicar una datació un segle anterior (segle III aC). La primera interpretació de l'assentament situava la seva construcció dintre d'una única fase edilícia, amb la qual cosa la identificació d'una torre lateral resultava força complicada. La nova interpretació d'Enrique Díes de l'assentament en el marc del seu treball de llicenciatura va poder identificar tres fases constructives, de manera que en un primer moment la talaia no disposaria de cap torre defensiva i, no seria fins a una segona fase en que aquesta s'adossaria al frontal de la muralla obrint un pas de la torre cap a l'interior de l'assentament (Díes 1986, 14, fig. 5). La identificació d'aquesta estructura com a torre ve refermada per la recuperació al seu interior de projectils de fona i les úniques restes de panòpia defensiva presents a tot l'assentament (Fletcher 1940, 129).

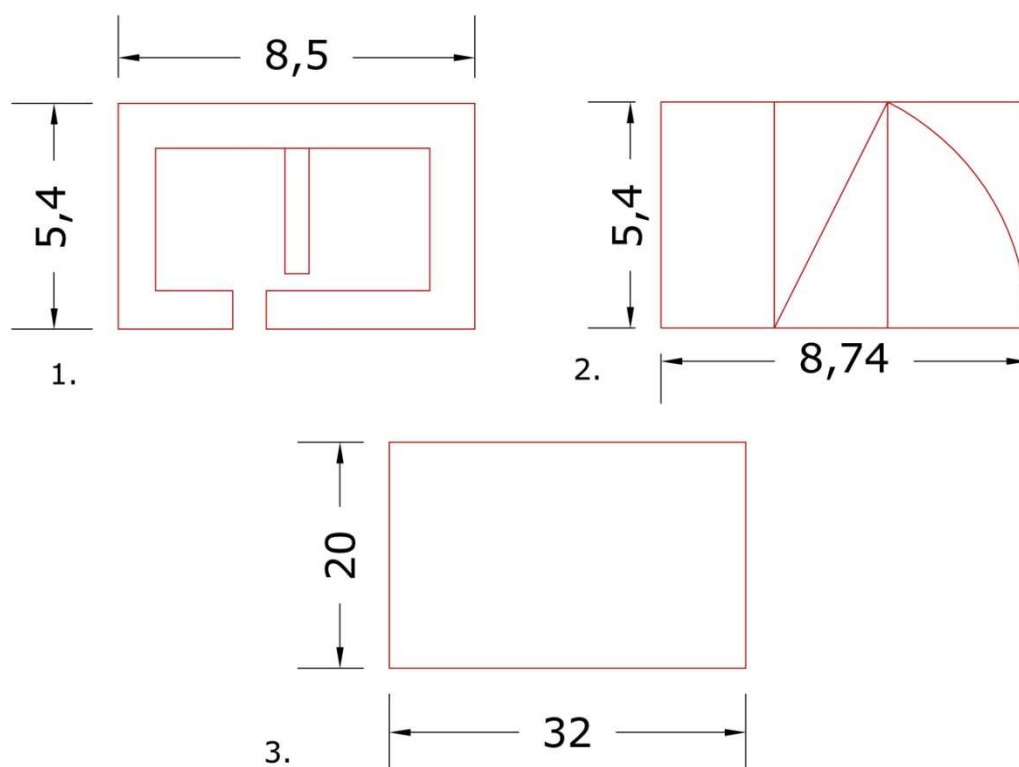


Figura 135. 1. Planta de la torre bipartida de Rotxina amb indicació de les mesures exteriors en m; 2. Restitució geomètrica de la torre a partir d'una aproximació àuria; 3. Planta de la torre expressada en peus.

Seguint la indicació d'aquest autor, la torre compartimentada té unes dimensions exteriors de 8,5 per 5,4 m, amb una amplada dels murs exteriors de 0,95 a 1 metre. A partir d'aquestes mesures, la divisió entre els dos costats dona un valor resultant de 1,57, el que es pot aproximar a una descomposició 8 a 5 (1,6).

Seguint aquesta proporció, de la divisió entre aquest dos nombres s'obté un valor de 1,08. Aquest nou valor es podria correspondre amb una unitat modular de 0,27 m, que multiplicada per 4 dona un número resultant exacte de 1,08. D'aquesta manera, obtindríem un rectangle aproximat de 32 peus de frontal per 20 peus de costat. De la mateixa manera, com hem pogut observar al cas de les torres compartimentades fenciopúniques de Mozia, aquestes també tenen unes dimensions constants que se situen en una mitjana de 8 per 5 m. En el cas de les torres d'aquest assentament plantejàvem un rectangle de 16 per 10 colzes, amb una unitat aproximada de 0,52 m. En el cas de la torre ibèrica, aquests valors es corresponen amb la meitat del resultat proposat anteriorment (32 per 20 peus) (fig. 135).

Dintre de la segona categoria podem situar la torre defensiva anomenada **Torrejón** situada al terme municipal de Gátova (Camp de Túria), al vessant nord de la Serra Calderona. Les notícies disponibles d'aquesta torre són molt escasses, d'aquí que l'haguem volgut incloure dintre d'aquest apartat. La primera notícia i, ara per ara, la més completa és la corresponent a la tesi de llicenciatura d'Helena Bonet sobre les fortificacions valencianes, en la qual es van visitar i registrar un conjunt d'estructures defensives edetanes i contestanes (Bonet 1978, 37-38). Posteriorment, la tesi de llicenciatura realitzada per Enrique Díes sobre les torres defensives de la zona nord-oest edetana va permetre prospectar el territori i observar la relació amb la resta de talaies defensives edetanes (Dies 1986, 68). Fins el moment, aquestes són les referències principals per conèixer aquesta estructura, ja que les altres publicacions que hi fan esment són derivades d'aquests dos treballs (Dies 1991; Bonet, Mata 1991). L'estructura es troba bastant malmesa i coberta de vegetació. La datació de la torre és complicada, ja que no ha estat objecte de cap excavació o sondeig i, únicament els materials importats (campaniana B) recollits en superfície indiquen una cronologia aproximada del segle III-II aC. Actualment, no es conserven restes associades a cap estructura d'hàbitat, per la qual cosa es planteja com una torre exempta (Bonet, Mata 1991, 19).

La construcció és massissa i presenta un aparell regular i rectangular, disposat en filades horitzontals, amb uns angles ben treballats. Les mesures de la torre indicades per H. Bonet són de 7,8 per 6 m (Bonet 1978, 37).

A partir de la nostra visita al jaciment hem pogut comprovar com l'estructura defensiva se situa en el punt més septentrional del petit turó, però presenta un bon estat de conservació, amb una alçada aproximada de 2 m. Es tracta efectivament d'una construcció massissa, però la vegetació espessa que cobreix tota l'estructura impossibilita saber com és l'interior d'aquesta estructura. Exteriorment presenta un aparell quasi regular, de carreus ben escairats i lligats amb terra. Pel que respecta al dubte de si es pot tractar d'una torre exempta o no, al centre del turó es va poder observar restes de ceràmica comuna ibèrica dispersa, així com grans amuntegaments de pedres que podrien provenir d'estructures constructives anteriors. Igualment, a l'extrem oposat del turó es van poder apreciar algunes restes d'estructures, que ens porten a plantejar que no es tractaria d'una obra aïllada, sinó relacionada amb un assentament de petites dimensions. A aquest fet s'ha de sumar una possible línia defensiva, identificada únicament en el vessant oriental i que sembla adossar-se a la torre, tot i que el conreu intens de tota la zona pot portar a pensar que es tracti d'un abancament d'època moderna. En qualsevol cas, davant el dubte que plantejaven tant les mesures de la torre com la seva tècnica constructiva, vàrem decidir verificar les dimensions en la planta de la torre. Malgrat les dificultats per prendre mesures, a causa de la vegetació, hem pogut comprovar com la torre presenta unes mesures exteriors d'aproximadament 9 m de llarg per 5,9 m d'amplada, el que modifica considerablement les anteriors. De la mateixa manera, els murs laterals presenten unes dimensions de 0,9 m en el front nord i 0,6 m en el costat oriental. A partir d'aquestes noves mides, plantejem que la divisió de tots dos costats proporciona un valor proper a 1,5, que cal posar en relació a una aproximació constructiva 3 a 2. Així, la divisió de les mides de l'estructura seguint aquesta relació ens proporciona un mòdul constructiu situat entre 2,95 i 3 m. Aquest mòdul creiem que es correspon amb una unitat de mesura de 0,295-3 m, amb la qual cosa proposem una restitució constructiva basada en una planta de 30 per 20 peus (fig. 136). De la mateixa manera, els murs laterals es poden correspondre amb 2 i 3 peus d'amplada.

La comparació entre aquestes tres estructures ens mostra una sèrie d'hipòtesis que només podran ser verificades amb l'excavació i reinterpretació d'aquestes construccions. A nivell cronològic, els assentaments de la Rotxina i la Cova Foradada són els únics amb sondejos i excavacions que permeten oferir una datació més o menys ferma. En el cas del darrer dels jaciments, la datació de la torre durant el segle II aC ens sembla adequada i es podria assimilar amb la construcció de la torre defensiva de la Rotxina, ja que ambdues estan compartint una mateixa unitat de mesura i, el que és més important, un mateix projecte constructiu basat en una



proporció 8 a 5. A partir d'aquesta interpretació i de l'anàlisi d'Enrique Díes es podria situar la construcció de la primera fase de la talaia de Rotxina durant el segle III aC, seguint el mateix esquema del Puntal dels Llops i el Castellet de Bernabé, mentre que la torre defensiva es podria haver bastit durant la centúria següent. Com hem pogut apreciar, la utilització d'aquesta unitat de mesura no permet, en si mateixa, la definició d'un origen constructiu ni cronològic. Pel que respecta al Torrejón, on no ha estat realitzada cap intervenció ni sondeig, l'atribució cronològica d'aquesta estructura és complicada. En qualsevol cas, com hem pogut apreciar, la tècnica constructiva és similar a la de la torre ibèrica del Puntal dels Llops, situada a només 10 quilòmetres al sud, dintre de la mateixa serra Calderona. Així mateix, en totes dues s'hauria emprat la mateixa unitat constructiva, el que ens pot portar a pensar en un projecte unitari i en una possible coincidència cronològica (finals segle V aC), moment en el qual es comença a formar el sistema de fortins i atalaies que defensen el territori d'Edeta. Aquest fet, però, únicament podrà ser comprovat mitjançant la realització d'intervencions arqueològiques.

D'aquesta anàlisi d'altres estructures defensives edetanes hem hagut de descartar una altra sèrie de torres que presentaven les mateixes característiques de partida, com és la manca d'excavacions, i el seu reconeixement i adscripció cronològica únicament per prospeccions. En alguns d'aquests casos, com la Penya Roja de Lliria, el Castellar de Casinos o la torre del Mal Paso de Castelnovo, la planta trapezoïdal dificulta la identificació del seu sistema de proporcions. En altres casos, on la planta de la torre no està conservada en la seva totalitat, no és possible restituir quin hauria estat el seu plantejament constructiu.

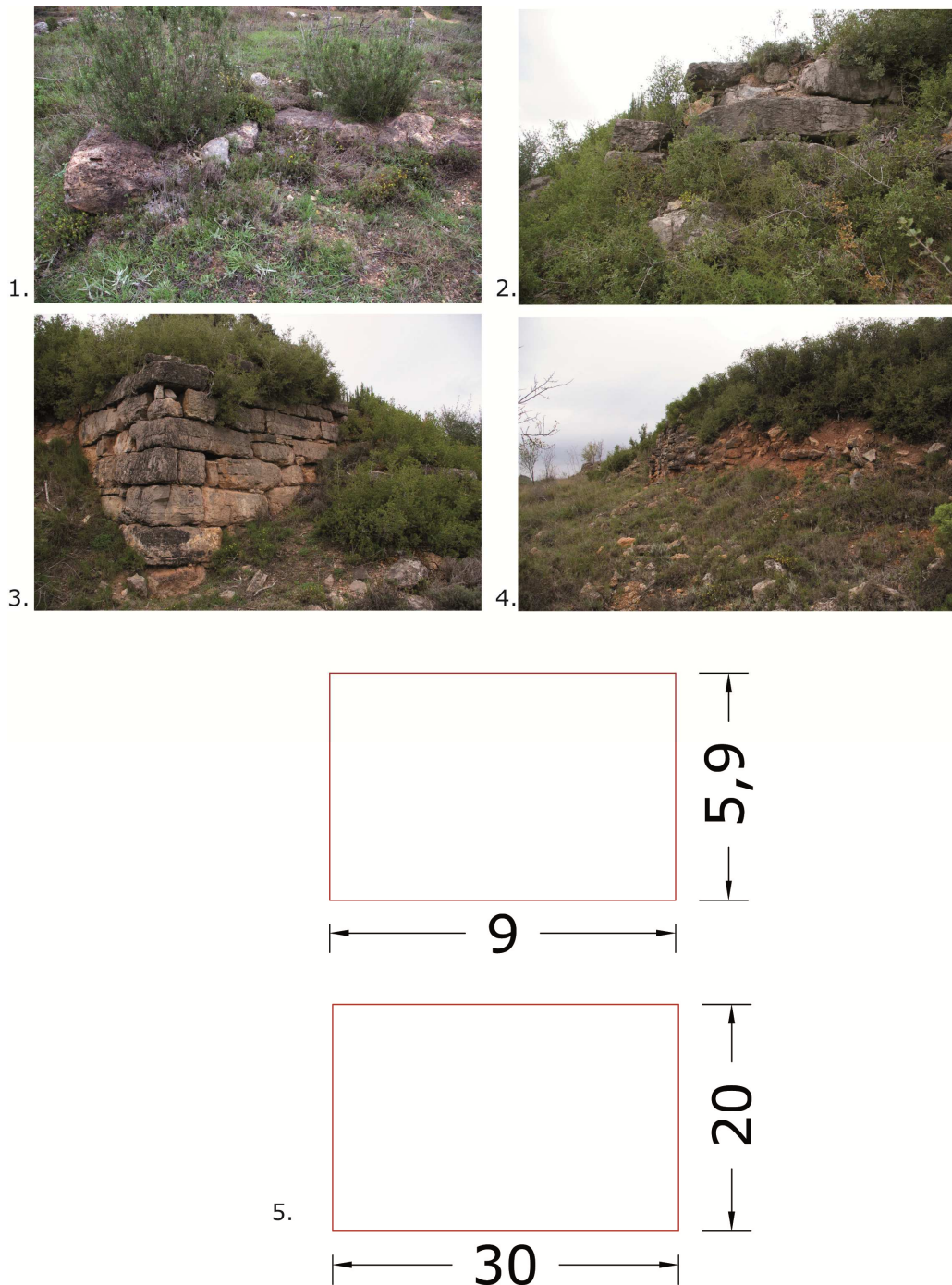


Figura 136. 1. Restes de possibles estructures situades al costat sud del turó del Torrejón; 2. Vista del costat nord-est de la torre, on s'aprecia l'estat de conservació actual i la caiguda de carreus en aquest costat; 3. Vista del costat est de la torre, on es pot observar l'alçada de l'estructura i la seva tècnica constructiva; 4. Possible llenç de fortificació al costat oriental del turó; 5. Croquis de la torre amb indicació de les principals mesures en m i restitució en peus de 0,295-0,3 etres.

#### 4.3.3 Arquitectura cultural

Un dels episodis de l'arqueologia ibèrica que ha despertat més interès científic durant el darrer terç del segle XX ha estat l'arquitectura religiosa ibèrica. El nostre interès se centra en la identificació de les estructures arquitectòniques que es poden considerar recintes de culte, per tal de poder realitzar posteriorment anàlisis mètriques.

La dificultat principal pel que respecta a l'arquitectura religiosa ibèrica és la definició de recintes dedicats al culte, tal i com es poden identificar a altres zones de la Mediterrània (Almagro-Gorbea i Moneo 2000; Bonet i Mata 1997, 117; Vilà 1994, 137; Vilà 1997, 540). La nostra atenció s'ha centrat en aquelles estructures religioses o de caràcter comunitari que tenen una construcció diferenciada de la resta de les estructures de l'assentament i que per aquest motiu estan individualitzades (Moneo 2003, 279). Tal i com ocorre amb els sistemes defensius i les estructures d'emmagatzematge, són aquests els elements que concentren els majors esforços constructius de la comunitat (Gracia Alonso 1998). Com bé apunta aquest investigador, el desenvolupament d'un sistema templari representa l'assimilació d'un patró ideològic i ritual d'origen mediterrani, així com l'existència d'una organització religiosa urbana (Gracia Alonso 2004, 87).

Hem descartat, per aquest motiu, els recintes de culte domèstic o dinàstic integrats dintre de l'assentament i que no es diferencien de la resta d'edificis, però on el conjunt dels materials mostra un caràcter sacre (Domínguez Monedero 1997, 393) així com altres tipus de lloc de culte identificats al món ibèric, com són els santuaris extraurbans o les manifestacions religioses funeràries.

En el cas del País Valencià hem considerat els temples de la Illeta dels Banyets (temple A i B), la regia de las Tres Hermanas d'Aspe i el temple de l'Alcúdia d'Elx. Aquests exemples són els únics recintes sacres considerats tradicionalment com a *templa* urbans (Moneo 2003, 113-120). Tots aquests exemples, a més de presentar unes plantes similars es caracteritzen pel seu esquema constructiu totalment diferenciat de les estructures domèstiques. No hem considerat altres recintes interpretats sovint com culturals, com pot ser el cas del temple urbà de Sant Miquel de Lliria o el de la Serreta d'Alcoi, que tot i presentar trets interns diferenciadors, són construccions immerses dintre dels mateixos esquemes que es poden identificar a la resta de l'assentament.

#### 4.3.3.1 La Illeta dels Banyets (Campello, Alacantí)

L'assentament de la Illeta dels Banyets se situa en una antiga península de la costa alacantina, on s'ha documentat ocupació humana des de l'època calcolítica fins a la romana (Olcina 1997; Soler 2006; Pérez et al. 2006; Olcina et al. 2009).

Durant l'època ibèrica, objecte del nostre estudi, aquest assentament ha estat interpretat com un vertader empori comercial costaner (Llobregat 1993), tot i que les darreres interpretacions posen en dubte l'atribució d'empori o *port of trade* i plantegen l'establiment des d'una vessant productiva, més proper a un paper de factoria de possible influència eivissenca (Sala 2006a, 33). En època ibèrica es documenten dues fases constructives, datades entre els segles V i IV aC. La gran part de la retícula urbana conservada actualment correspon a la segona fase ibèrica, quan l'assentament es divideix en tres grans blocs separats per dos carrers longitudinals i un carrer transversal que divideix el bloc interior (Olcina 2005, 149). Aquesta implantació urbana estaria tancada inicialment per una muralla de barrera que tanca la península pel seu costat occidental (Martínez et al. 2007).

El primer temple que analitzarem, el **temple A**, va ser exhumat entre els anys 1930 i 1940 per Figueras Pacheco i J. Belda, i finalment per Enric Llobregat durant l'any 1981. L'edifici està al sector nord de l'establiment, enfrontat al magatzem del qual parlarem posteriorment (capítol 4.4), i que obre directament al carrer 1 (fig. 137). La planta de la construcció és de forma lleugerament trapezoïdal dividida interiorment per tres cambres longitudinals, la central de les quals és més ampla i a la part posterior es divideix, novament, en dues cambres. L'entrada a l'edifici es delimita per dues columnes que donen pas a un espai rectangular allargat, interpretat com a *pronaos*. L'estudi dels materials recuperats al seu interior és el que ha portat a interpretar aquest edifici amb una funcionalitat cultual; entre aquests cal destacar una figura escultòrica interpretada com imatge de culte i els nombrosos pebeters de cap femení (Olcina 2005, 150). A aquests elements hem de sumar el revestiment vermell de les parets i l'entrada columnada que són indicis de llocs rituals o de celebracions religioses. Tradicionalment, aquest edifici ha estat interpretat com a temple, tant per les seves característiques arquitectòniques (Llobregat 1985, 104) com per l'estudi dels materials recuperats a l'interior (Olcina 2005, 150). A més, d'altra banda, ha estat proposada també una interpretació residencial, amb una probable funció palatina (Almagro-Gorbea, Domínguez 1988-1989, 365-369), tot prenent com a model residències de la regió sirio-palestina. Per la nostra part, creiem clara la funcionalitat religiosa d'aquest recinte, però que aquesta no ve marcada de manera tan explícita

per la seva morfologia constructiva, com apuntava E. Llobregat. El fet de no disposar pràcticament de temples ibèrics ens porta a desconèixer quin seria el model edilici ibèric de recinte de culte. En aquest sentit, hem de considerar com a model probable el que recentment Javier Jiménez ha anomenat “edificios en tridente”, que es caracteritzen per la presència d'un espai exterior des del qual s'accedeix a l'edifici, des d'on es dona pas a un corredor longitudinal i, posteriorment, a una sèrie de tres mòduls longitudinals (Jiménez 2009, 89). Aquest model s'ha emprat per residències aristocràtiques orientalitzants del sudoest de la península, com és el cas de Cancho Roano i La Mata, datades entre els segles VI i V aC. Com bé apunta aquest investigador, no hem de buscar una referència directa a models constructius orientals, sinó més bé una evolució pròpia de la tradició constructiva indígena (Jiménez 2009, 93). Seguint aquest model, creiem més plausible una interpretació en aquest sentit del conjunt de la Illeta dels Banyets, sense buscar un paral·lelisme oriental o cartaginès, sinó una reinterpretació local de certs models constructius orientalitzants.

L'edifici presenta una amplada frontal de 8,9 m, que s'anirà reduint lleugerament fins als 8,3 m a la part final. La seva llargada se situa al voltant de 13,3 m<sup>85</sup>, configurant, per tant, una planta trapezoïdal que hauria estat probablement adaptada a l'espai constructiu disponible. Interiorment, l'espai es compartimenta en primer lloc, amb una nau allargada de 8,2 m d'amplada i 1,2 m de llargada, que dona accés mitjançant una porta central de 2,5 m d'amplada, a la sala principal separada en tres cambres, la central de les quals mesura entre 2,6 i 3 m d'amplada, mentre que les dues naus laterals tenen una amplada de 1,7 i 2 m, respectivament.

A partir de l'anàlisi detallada de la planta conservada creiem observar una voluntat de regulació i de racionalització de la construcció partint d'un esquema preconcebut. D'aquesta manera, apreciem com la divisió entre els dos costats de l'edifici (13,3 i 8,9 m) ens dona un valor de 1,49 que s'ha de posar en relació amb una aproximació 3 a 2 (1,5), ja apreciada encertadament per Enric Llobregat (Llobregat 1985, 106) sense aprofundir més en el seu significat estructural. Així, plantejem que la definició de les dimensions exteriors s'hauria basat probablement mitjançant aquesta proporció, a partir de la qual s'obté un mòdul constructiu quadrangular base de 4,45 m.

---

85 La llargada total de l'edifici està condicionada per l'afectació de la part posterior, gairebé desapareguda i les mesures donades es basen, per tant, en les restes conservades actualment fruit de la darrera restauració, així com en les planimetries publicades per Enric Llobregat.

Plantegem, per tant, una distribució de l'espai interior basada en aquesta relació d'addició de mòduls quadrangulars. D'aquesta manera, el punt d'unió entre els dos quadrats pel que respecta a l'amplada interior es correspon exactament amb l'eix central vertebrador de l'edifici. Aquest eix correspon tant amb l'eix del mur central, com amb l'eix de la porta d'accés a la cambra principal i l'eix de la porta exterior. Seguidament, aquest espai quadrangular es subdivideix novament en dos, seguint una relació 2 a 1. Si prenem en consideració aquest nova divisió observem com aquesta distribució coincideix amb la ubicació de les dues bases de columnes, així com probablement també amb l'eix dels murs interiors laterals, seguint una restitució ideal. Pel que respecta a la distribució interior a partir de la llargada, sembla que les estructures no s'adapten a aquest esquema distributiu modular, sinó que s'adapten a altres motius que ens resten desconeguts. Únicament podem considerar dintre d'aquest esquema modular la separació del mur de la *pronaos*, que se situa a uns 2,2 m de l'entrada i a 11,3 m respecte a la paret posterior, és a mig mòdul i dos mòduls i mig de distància.

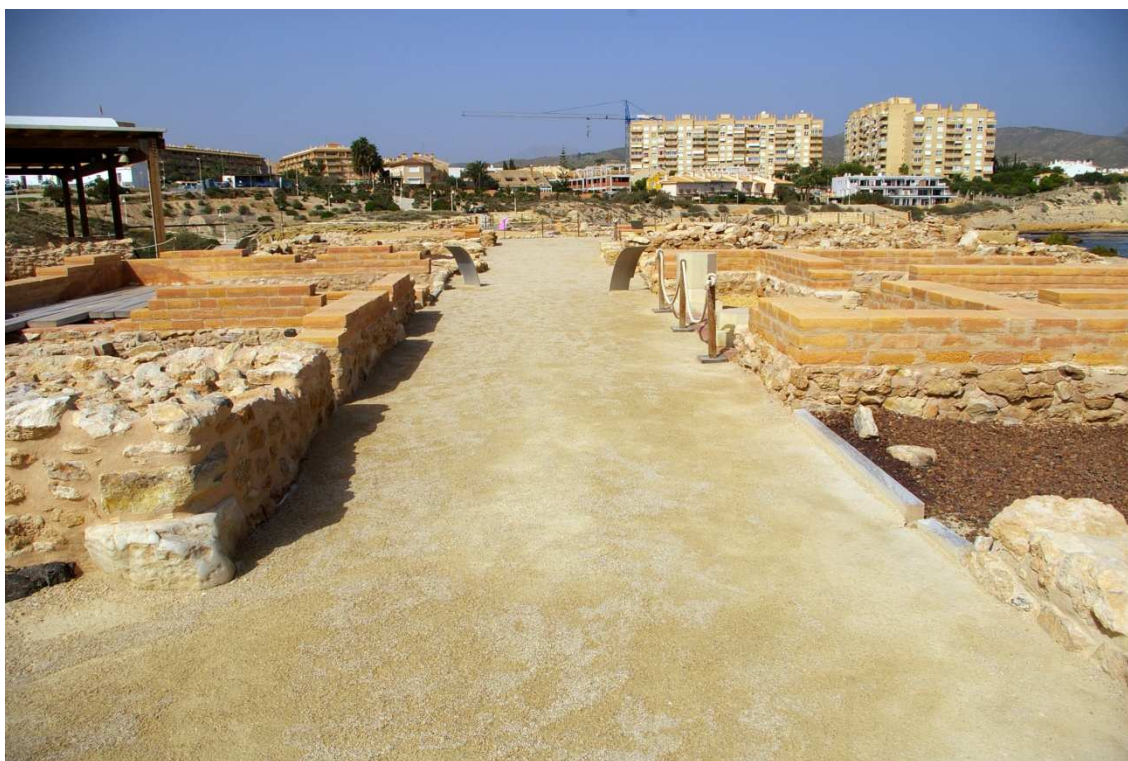


Figura 137. Vista del carrer 1 amb la restitució del magatzem elevat a l'esquerra i el temple A enfrontat a mà dreta.

Abans d'entrar en consideracions metrològiques hem d'esmentar la primera interpretació en aquest sentit realitzada per Enric Llobregat en el moment de descoberta de les dues estructures culturals. Aquesta primera anàlisi realitzada durant



el primer terç de la dècada de 1980 està completament influïda pel treball d'André Jodin sobre la metrologia del Marroc púnic, ja que basa les seves interpretacions en les teories i els models que l'arqueòleg francès va plantejar a la ciutat de Volubilis. Aquesta anàlisi se centra inicialment en el fust de les dues columnes, on planteja un paral·lelisme metrològic amb el mòdul de les columnes toscanes de 0,23 m (Llobregat 1985, 105). Pel que respecta a la planta general de l'edifici es planteja l'adopció del colze de 0,55 m com a unitat reguladora de manera que el temple tindria un frontal de 17 colzes per 25 colzes de costat (Llobregat 1985, 106). Aquest plantejament, juntament amb la proporció 2 a 3 el va portar a considerar una certa influència grega per tal de refermar el sentit cultural de l'edifici. En aquest sentit, som conscients de la dificultat d'atorgar una filiació únicament a partir de l'anàlisi metrològica, i que aquesta ha de servir de complement a l'hora d'identificar determinats trets d'identitat cultural. Sense descartar aquesta possible unitat de 0,55 m com a patró regulador, l'anàlisi detallada de les estructures conservades ens porta a plantejar la utilització d'una unitat de mesures més propera a 0,3 m, que encaixa millor amb l'esquema constructiu, i que sembla la unitat més plausible aplicada a les altres dues construccions contemporànies de l'assentament analitzades, com són el temple B i el magatzem elevat.

Des del punt de vista metrològic, proposem una restitució basada en una unitat modular de 0,297 m aproximadament. D'aquesta manera, al temple A podem observar una planta general rectangular de 30 per 45 peus (13,3 per 8,9 m) (fig. 138). La possibilitat de l'adaptació d'altres unitats de mesura les hem descartades, ja que no proporcionen valors numèrics sencers divisibles seguint la relació 3 a 2 identificada a l'esquema constructiu. L'amplada de l'espai interior es divideix en 2 mòduls de 15 peus (4,45 m), marcant l'eix central de l'edifici. Com hem esmentat, aquest mòdul de 15 peus es subdivideix posteriorment en 2 mòduls idèntics de 7,5 peus (2,22 m) que marcarien l'eix dels murs interiors laterals i l'alineament amb l'eix de les bases de columnes. Així, l'obertura del temple al carrer es correspon igualment amb un mòdul (15 peus o 4,4 m aproximadament) tot incloent també les dues columnes. Pel que respecta a la llargada, seguint la modulació proposada únicament podem definir que el mur posterior de la *pronaos* se situa a 37,5 peus o dos mòduls i mig respecte a la paret exterior darrera del temple, i a 7,5 peus o mig mòdul respecte a la paret davantera (fig. 139).

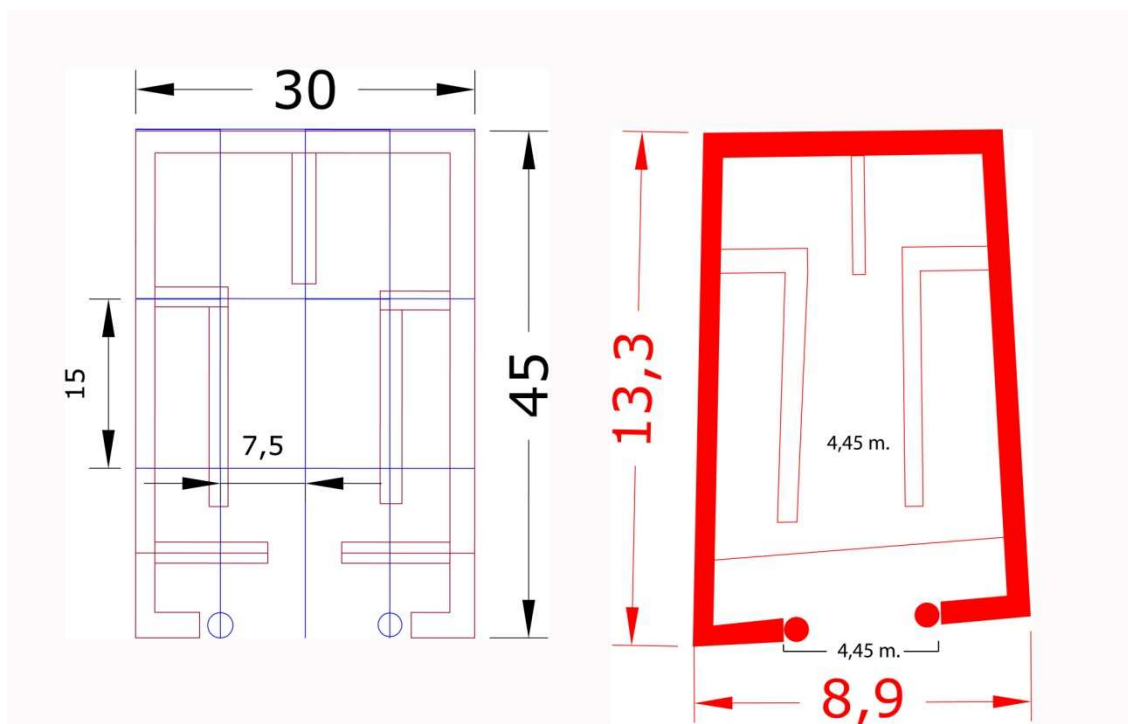


Figura 138. Planta del temple A de la Illeta dels Banyets (dreta) amb indicació de les principals mesures en m. A l'esquerra, restitució ideal de la planta del temple amb la relació 3 a 2 de l'estructura interna i les principals mesures resultants expressades en peus.

	MESURA	PEUS	VALOR	MÒDULS
<b>Llargada total</b>	13,3 m.	45	0,295 m.	3
<b>Amplada</b>	8,3 – 8,9 m.	30	0,296 m.	2
<b>Pronaos ample</b>	8,2 m.	27	0,303 m.	-
<b>Pronaos llarg</b>	1,2 m.	4	0,3 m.	-
<b>Porta interior</b>	2,5 m.	8,5	0,294 m.	-
<b>Porta exterior</b>	4,4 m.	15	0,293 m.	1
<b>Nau central eix</b>	4,5 m.	15	0,3	1
<b>Naus laterals</b>	1,7 – 2 m.	5,5	0,30 m.	-
<b>Amplada murs</b>	0,55 – 0,6 m.	2	0,29 – 0,3 m.	-

Figura 139. Principals mesures identificades al temple A de la Illeta dels Banyets i proposta de restitució mètrica i modular.



El temple B és el que menys dubtes ha tingut respecte a la seva atribució cultural des del moment de la seva descoberta l'any 1983 (Llobregat 1985). El conjunt de materials recuperats a l'interior així com l'orientació de l'edifici apunten directament cap aquesta finalitat. Inicialment, va ser interpretat com un edifici obert, seguint la idea de temple obert de tradició semita (Llobregat 1985, 107). A l'interior es van documentar dues fases constructives, la primera de les quals es caracteritza per la presència de dues plataformes de toves, que es van interpretar com a lloc de col·locació de la pedra sagrada o *massebah*. A la segona fase, el paviment s'aixeca mitjançant un farciment de toves i es disposen dos fusts de columna, interpretats inicialment com imatges de la divinitat, juntament amb això es disposen novament dues plataformes a prop de les quals es va recuperar un altar de banyes de tipus oriental (Llobregat 1984, 301-305; Llobregat 1993, 426) (fig. 140).

La revisió posterior de tota la documentació de les excavacions d'Enric Llobregat i de les restes conservades va portar a plantejar noves interpretacions, que són les actualment vigents i a partir de les quals hem plantejat el nostre estudi. D'aquesta manera, es va observar com en primer lloc els murs de les dues fases no presenten variacions d'amplada (entre 0,8 i 0,9 m) i que aquesta amplada, considerablement gran s'ha d'associar amb un espai cobert, i no pas obert com defensava Llobregat; s'ha de sumar també la presència dels dos fusts de columna que haurien servit d'elements de sustentació estructural i no com a símbols religiosos (Olcina 2005, 152). L'arrenjament intern pràcticament no canvia, seguint la nova interpretació, a excepció de la identificació d'una lleixa a un lateral on podien ser col·locats objectes relacionats amb el ritual, com el pebeter femení.

El temple és un edifici de planta gairebé quadrangular amb unes dimensions entre 8 i 7,9 m. Es disposa aïllat, obrint-se al carrer 2 situat a l'est, mentre que es separa del magatzem situat al nord per un petit carreró d'únicament 0,9 m (tres peus). Els costats oriental i sud de la planta presenten una lleugera desviació cap a l'interior de l'edifici, el que fa que no sigui totalment quadrada i condiciona la anàlisi metrològica, com veurem seguidament. A l'est, s'obre la porta principal, la qual té una amplada aproximada de 1,7-8 m, mentre que els murs tenen una amplada constant de 0,88 m. Els pilars se situen centrats dividint l'espai en dues meitats a nord i sud, i tres parts d'est a oest, seguint una relació 3 a 2 a l'interior de l'edifici.

Per la nostra restitució plantejem una planta quadrada ideal de 8 per 8 m de costat, sense tenir en compte la lleugera desviació dels murs oest i sud, que podria correspondre a una petita errada en el moment de plasmar l'obra per part dels

constructors ibèrics. Seguint la relació 3 a 2, la mateixa identificada al temple A, podem apreciar com s'obtenen sis mòduls de 2,66 per 4 m de costat. El punt de contacte d'aquests mòduls marcarà el lloc de col·locació dels pilars de sustentació d'un possible pis superior o de la superestructura del sostre. La porta se situa centrada al sud en el punt central del mòdul central inferior. La lleugera desviació dels murs exteriors fa que el pilar occidental s'adapti i no estigui completament alineat amb l'altre pilar.



Figura 140. Vista del temple B, després de la darrera campanya de restauració i consolidació. S'aprecia la reproducció de l'altar de banyes, les plataformes de tova i els pilars centrals.

Metrològicament, considerem com a unitat modular més probable el peu de 0,296 m, que hem pogut identificar tant al temple A com al magatzem. Creiem, d'aquesta manera, que la planta de l'edifici es correspon amb un quadrat de 27 per 27 peus (7,992 m). A partir de la superposició d'una graella podem apreciar com la lleugera desviació del costat oest és inferior a un peu, però condiciona la disposició interna de l'edifici. Seguint la esmentada relació 3 a 2 podem observar com l'espai interior es divideix nord-sud en dos mòduls de 13 per 13 peus, al punt d'unió dels quals se col·loca cadascun dels dos pilars que ocupen una amplada aproximada d'un peu quadrat, fins a configurar així els 27 peus d'amplada total de l'edifici (fig. 141). Pel que respecta a la divisió est-oest, s'aprecien tres mòduls de 9 peus, fins a aconseguir els 27 peus totals. Dintre d'aquesta disposició hem de tenir també en consideració

l'amplada dels murs (0,88 m), que coincideix amb una unitat de tres peus. En resum, podem apreciar una planta quadrangular de 27 peus de costat delimitada per un mur perimetral de 3 peus d'amplada, en la qual els pilars centrals se situen a 10 peus de separació pel que respecta als mur nord i sud, mentre que estan separats entre sí i respecte als murs est i oest en 6 peus, fins configurar un esquema 3-6-1-6-1-6-3. En aquest darrer model és on podem apreciar la lleugera desviació de l'estructura original, de manera que el pilar occidental se situa desplaçat un peu cap al nord del centre de l'estructura. Pel que respecta a la llosa de pedra sorrenca on se situaria l'altar de banyes de tipus oriental, ocupa el centre geomètric de l'edifici, en un posició privilegiada situada al mateix eix axial de l'entrada i separada per 10 peus dels murs exteriors i a 3 peus de distància dels pilars centrals (fig. 142).

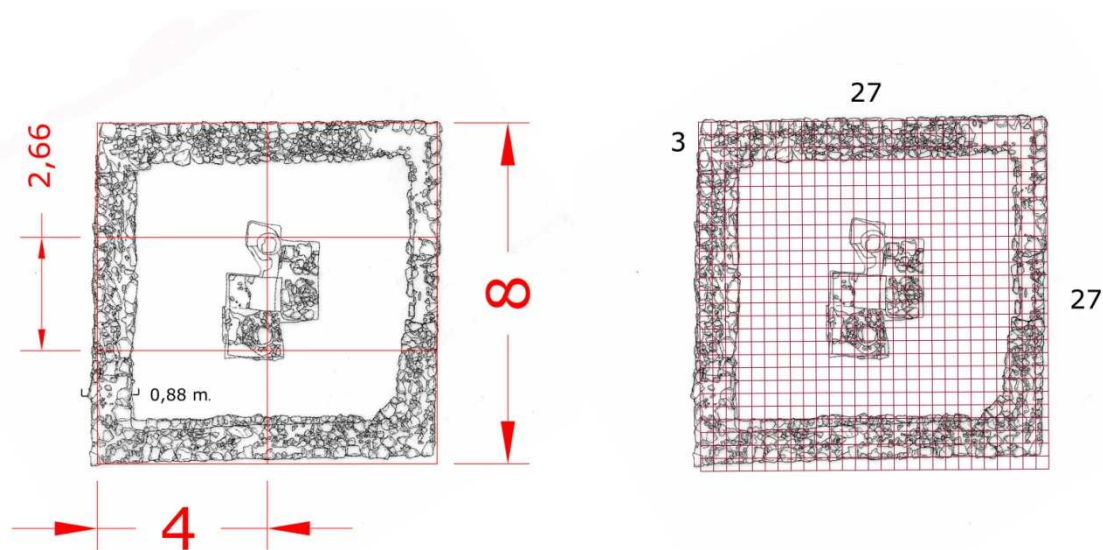


Figura 141. Planta del temple B de la Illeta amb les mesures generals en m i restitució de la relació 2 a 3 interior (esquerra). A la dreta, planta del temple amb superposició d'una graella de 27 per 27 peus de 0,3 m, on es pot apreciar la modulació i la distribució interior.

	MESURA	PEUS	VALOR	MÒDUL
<b>Amplada total</b>	7,9 – 8 m.	27	0,292 - 0,296	3
<b>Amplada murs</b>	0,88 m	3	0,293	-
<b>Ampla porta</b>	1,7 – 1,8 m.	6	0,29 – 0,3	-
<b>Separació pilar</b>	1,8 m.	6	0,3	-

Figura 142. Principals mesures identificades al temple B de la Illeta dels Banyets i proposta de valor mètric.

Com bé apunta M. Olcina, la nova interpretació d'aquest edifici allunya el paral·lelisme constructiu amb els temples de pati d'origen oriental, que es caracteritzen per l'espai obert i l'entrada lateral, sense respectar l'axialitat. En qualsevol cas, els elements interiors com els pebeters femenins i l'altar oriental indiquen, sens dubte, un tret orientalitzant que hem de posar en relació amb la interpretació del temple A, que hem de veure com una reinterpretació pròpia de la societat ibèrica d'alguns elements rituals orientals adaptats i interpretats per la comunitat per tal de formar el seu propi sistema de representació ritual. Podem considerar que existeix un sincretisme per part de la societat ibèrica amb una forta càrrega ideològica oriental, però escollint únicament certs elements del ritual fenici, mentre que altres que, sens dubte, es troben als propis santuaris orientals, són descartats. En qualsevol cas, tampoc és pot obviar la presència de poblacions d'origen púnic, o bé hibridacions amb aquesta comunitat, com defensa J. Moratalla (Moratalla 2005, 98) que portés a adoptar aquest ritual dintre de les comunitats indígenes. L'existència de poblacions d'origen oriental enterrades amb la seva panòpia i la seva tipologia funerària, juntament amb la comunitat indígena, s'ha pogut comprovar a la necròpolis orientalitzant de les Casetes de la Vila Joiosa (García Gandía 2005, 353; García Gandía 2009) o a la necròpolis del Molar (Peña Ligeró 2003).

#### 4.3.3.2 *Regia de las Tres Hermanas (Aspe, Vinalopó Mitjà)*

A uns 40 quilòmetres a l'interior del Campello se situa el conjunt conegut com la Regia de Las Tres Hermanas, al terme municipal d'Aspe. Aquest assentament datat entre els segles V i IV aC, ha estat objecte d'excavacions sense control que han esgotat pràcticament el sediment arqueològic. Les restes més destacades que es conserven són els edificis anomenats A i B, excavats al seu interior i que probablement es disposarien aïllats.

La nostra anàlisi se centra en l'edifici A, que guarda uns paral·lelismes evidents amb el temple A de la Illeta dels Banyets. Com aquell, es caracteritza per una planta interior de triple cel·la, a la qual s'accedeix per una nau allargada lateral o *pronaos* i manté la mateixa axialitat de les portes centrals. Com ha estat apuntat, les diferències principals entre totes dues estructures és l'absència de l'entrada columnada o la divisió posterior en dues cel·les (García Gandía i Moratalla 1999, 170), a més de les diferents dimensions de totes dues estructures. La interpretació d'aquest recinte ha portat a considerar-lo com a regia o residència aristocràtica, seguint la interpretació del temple A de la Illeta, a la qual hem fet esment anteriorment (Almagro-Gorbea i Domínguez 1988/1989, 365-369). Malauradament, l'excavació completa de l'interior de l'edifici no va permetre disposar de les dades de cultura material que han portat a definir l'edifici de la Illeta com a recinte de culte. En qualsevol cas, el paral·lelisme a nivell arquitectònic i l'aïllament de l'estructura indica, sens dubte, una voluntat de diferenciació social, bé com a residència aristocràtica, temple o una fusió de totes dues funcionalitats. En aquest sentit hem de recórrer una altra vegada al model de "edificios en tridente", esmentat per a la Illeta dels Banyets a partir de l'anàlisi de Jiménez i, tenint en consideració també la possible influència orientalitzant en l'edifici B de la regia, interpretat com a possible capella o sagristia (Prados 2006, 61).

La planta de l'edifici respon gairebé a un quadrat de 9 m de costat (entre 8,92 m el costat més curt i 9,08 m el mur de major longitud). Totes les mesures han estat recollides en la publicació de la interpretació arquitectònica d'aquest edifici (García Gandía i Moratalla 1999, 170) i on s'ha plantejat la restitució metro Lògica en què ens hem basat. Aquestes anàlisis plantegen la utilització d'una unitat modular d'aproximadament 0,295 m, la qual ha pogut ser plasmada a totes les dimensions de l'edifici. D'aquesta manera, els murs exteriors tindrien 30 o 31 peus, la *pronaos* 6 per 27,5 peus, l'estança central 18,5 per 10 peus i les laterals 18,5 per 5,5 peus (García Gandía i Moratalla 1999, 170) (fig. 143).

Per la nostra part, considerem com a vàlid aquest patró de mesura, tot i que es podria anar una mica més enllà i no tancar-se únicament en la definició de la unitat modular, sinó definir quina hauria estat la proporció emprada i la plasmació constructiva.

Una primera aproximació a les mesures d'aquesta construcció mostren una diferència notable respecte a l'edifici considerat com a referent més proper, el temple A de la Illeta dels Banyets, que presenta una planta rectangular en lloc de quadrangular. Ara bé, si comparem aquestes mesures amb les del temple ibèric de l'Alcúdia d'Elx podem apreciar com tots dos edificis responen a unes mesures idèntiques de 9 per 9 m, fet que ens pot marcar l'adopció d'un mateix sistema de mesures basat en aquesta unitat constructiva, el que també es pot explicar per la proximitat de tots dos assentaments (al voltant de 10 quilòmetres).

Seguidament, si apliquem el mateix principi que hem fet servir per l'anàlisi del temple de la Illeta dels Banyets, és a dir, la divisió tripartida de l'interior de l'edifici, hem pogut apreciar la mateixa proporció reguladora 3 a 2 en l'esquema constructiu. A partir de les mesures facilitades plantejem la utilització d'un mòdul constructiu rectangular de 3 per 4,5 m, a partir del qual es poden definir la resta de definicions internes de l'estructura. D'aquesta manera, el punt d'unió lateral dels rectangles marca l'eix central vertebrador, que correspon amb l'eix axial de l'obertura exterior i del recinte tripartit central, de dimensions superiors. Aquesta voluntat axial vertebradora és la mateixa que hem pogut comprovar al temple A de la Illeta, així com al temple B, en el qual els mòduls rectangulars marquen els principals eixos vertebradors de l'edifici, com són els dos pilars centrals. Tornant a l'esquema de la regia de las Tres Hermanas, la subdivisió posterior del mòdul constructiu marcarà l'amplada total atorgada a la cel·la central, ja que l'eix resultant coincideix amb l'exterior dels murs de separació de les cel·les. Tal i com esdevé a la triple cel·la del temple de la Illeta, on s'aprecia una adaptació de la distribució tripartida en base als condicionants de l'espai disponible, en aquest cas també podem apreciar una voluntat de distribució de les cel·les basant-se tant en l'esquema tripartit com en la preponderància de la cel·la central. En aquest cas, a diferència del que esdevé al temple del Campello, l'edifici es disposa aïllat i, per tant, la seva planta no està condicionada en cap moment per altres restes constructives, el que permet plantejar una racionalització de l'espai més estricta. Creiem així que la disposició dels murs de la cel·la interior respon a una voluntat de preponderància de la cel·la central, però sense perdre l'equilibri estructural. En el cas de correspondre l'eix dels murs de la cel·la amb l'eix dels mòduls, es disposaria un

espai interior de grans dimensions, que no respecta les proporcions de la divisió tripartida, que es correspon a una relació 2 a 1 entre l'espai buit de la cel·la central i l'espai buit de les cel·les laterals (aproximadament 3,1 m a la cel·la principal, per 1,56 corresponent a les cel·les secundàries). Per altra part, pel que respecta a la distribució interior de la llargada de l'edifici podem apreciar com l'eix modular correspon amb la part interior dels murs transversals i tanca, en aquest sentit, les cel·les al seu vessant frontal (fig. 144).

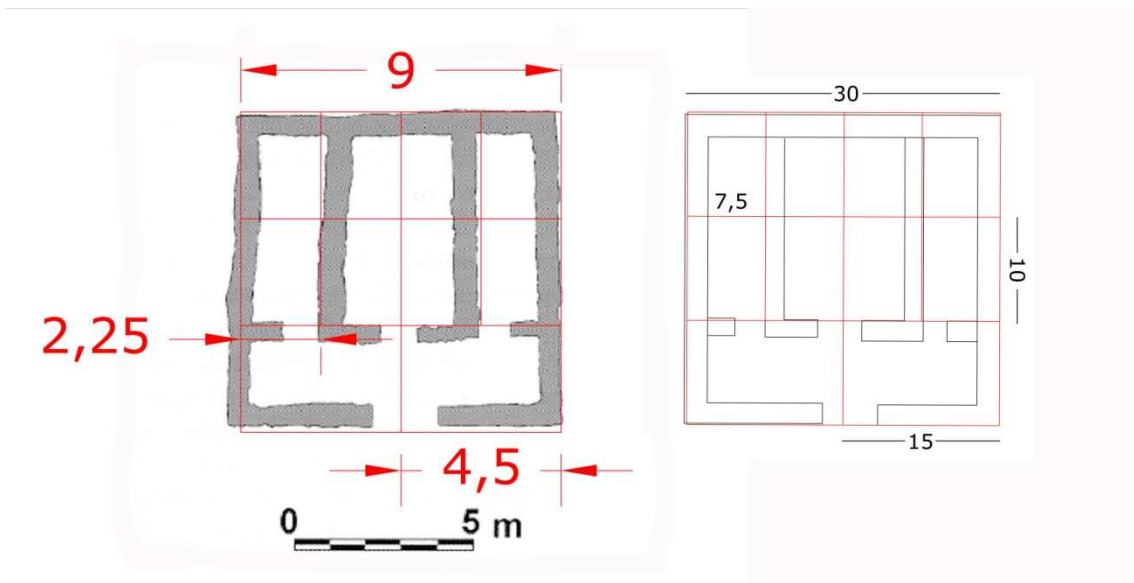


Figura 143. Planta de la Regia de las Tres Hermanas amb la restitució de les proporcions interiors 3 a 2 i els principals mòduls constructius expressats en m (esquerra). A la dreta, planta de la regia expressada amb peus.

	MESURA	PEUS	VALOR	MÒDULS
<b>Amplada total</b>	8,92 – 9,02 m.	30	0,297 – 0,3 m.	3
<b>Amplada murs</b>	0,6 m.	2	0,3 m.	-
<b>Pronaos ampla</b>	8,25 m.	27,5	0,3 m.	-
<b>Pronaos llarg</b>	1,8 m.	6	0,3 m.	-
<b>Ampla nau cen</b>	3,07 m.	10	0,3 m.	1
<b>Ampla naus lat</b>	1,7 – 1,8 m.	6	0,28 – 0,3 m.	-

Figura 144. Principals mesures identificades en la Regia i proposta de restitució metrològica i modular.

Tornem ara a la interpretació metro Lògica realitzada, que encaixa dintre de les relacions internes que acabem d'esmentar. Partim, per tant, d'un mòdul de 15 per 10 peus de 0,30 m, el qual es dobla o triplica depenent de la distribució interior, fins a configurar una planta quadrangular de 30 peus de costat. Les subdivisions d'aquest mòdul marquen les principals mesures, com és la distància entre el mur perimetral posterior i el mur transversal de les cel·les, que es correspon amb una mesura de 20 peus de llargada, així com els dos murs longitudinals de les cel·les que se situen a una distància de 7,5 peus respecte als murs perimetrals exteriors, mentre que seguint la relació 2 a 1 entre les cel·les s'aprecia una distància de 15 peus. Aquestes darreres mesures són comparables a la modulació dels espais de les cel·les atorgada (García Gandía i Moratalla 1999, 170), que estableix unes mides de 18,5 per 10 peus a la nau central i 18,5 per 5,5 a les laterals, on podem apreciar la relació 2 a 1 en l'espai interior (10 per 5,5) i l'adaptació en la llargada als 20 peus, si tenim en consideració l'amplada dels murs perimetrals.



#### 4.3.3.3 L'Alcúdia (Elx, Vinalopó Mitjà)

La darrera edificació que incloem dintre d'aquest estudi és el temple ibèric de l'Alcúdia d'Elx, descobert per Rafael Ramos a inicis de la dècada de 1990 sota les restes de la basílica paleocristiana (Ramos 1995, Ramos, Llobregat 1996). La datació inicial d'aquesta estructura es va marcar pel seu excavador durant el segle VI aC, a partir de l'aparició d'un capitell protoeòlic, els paral·lels del qual remeten a aquesta cronologia (Ramos 1997, 214). En qualsevol cas, el moment fundacional d'aquest recinte és motiu encara de debat, degut fonamentalment a la problemàtica de l'excavació i del registre arqueològic (Abad 2004, 78). La revisió dels materials ibèrics de l'Alcúdia realitzada per Jesús Moratalla ha portat a situar la cronologia d'aquesta construcció a finals del segle V aC, dintre del nivell F proposat per Ramos (Moratalla 2004-2005, 98) i seguint les idees ja apuntades per Enric Llobregat que situava la construcció del temple durant el segle V aC.

Menys problemes presenta, aparentment, l'atribució a una funcionalitat religiosa d'aquest edifici. Així, la taula d'ofrenes present en les dues fases constructives, la cambra subterrània o *favissa*, la probable capella de la primera fase i la torre exterior adossada, són evidències clares d'un comportament cultual. A aquest recinte cal associar també l'aparició de restes d'estatuària en el nivell inferior, el que ha portat a pensar que totes aquestes restes haurien estat col·locades dintre del temple, probablement en un banc corregut lateral (Ramos 1997, 213).

Pel que respecta a les mesures de l'edifici en les quals hem basat el nostre estudi, aquestes són novament parcials i s'han de prendre amb reserves. Únicament ens podem basar en les mesures que es donen a la publicació de les excavacions del temple (Ramos 1995), atès que aquest es troba sota la basílica paleocristiana i el que podem observar actualment és una restitució idealitzada de la planta corresponent a la segona fase constructiva del temple. Les descripcions sobre les mesures de l'edifici facilitades per Rafael Ramos indiquen una planta de 8 m de costat amb murs de tova de 0,67 m d'amplada, a la qual s'adossa una torre de 2,3 per 3,4 m de planta interior i que posseeix uns murs d'amplada superior (0,76 m), juntament amb això la capella lateral té unes dimensions de 2,7 per 2,6 m de superfície, mentre que l'altar central és un quadrat de 0,9 m de costat (Ramos 1995, 9; Ramos 1997, 212-213) (fig. 145). Comparant aquestes dades amb les mesures extretes a partir de l'anàlisi de la planta publicada corresponent a aquesta primera fase, hem de fer unes consideracions necessàries. En primer lloc, totes les mesures generals facilitades corresponen amb les dimensions internes de totes les estructures, sense tenir en compte l'amplada dels

murs. D'aquesta manera, si sumem aquesta dada i ho contrastem amb la planimetria publicada, podem obtenir una planta quadrangular amb unes mides entre 9 i 9,32 m, pel que respecta al temple, mentre que la torre adossada tindria unes mesures de 5 per 3 m. És important realitzar aquesta matisació abans d'entrar a parlar de dades mètriques, ja que les dimensions donades per Ramos han portat a la repetició constant de la planta de 8 m de costat del temple (Prados 2006, 57).

Pel que respecta a l'anàlisi metrològica, les dimensions idèntiques entre el temple de l'Alcúdia i la regia de las Tres Hermanas ens porta a plantejar en tots dos casos la utilització d'una mateix sistema mètric i, en consideració, una mateixa unitat de mesura (peu de 0,3 m). Proposem, per tant, una planta quadrangular de 30 peus de costat, que es pot ampliar fins a 31 peus en l'amplada est-oest si atenem a les mides resultants de l'anàlisi de la planimetria. A diferència del que ocorre a Aspe, la planificació d'un recinte obert i no compartimentat interiorment fa que s'opti per unes solucions interiors diferents. Tal i com hem pogut apreciar als temples de la Illeta i el recinte de la regia, tots tres estan seguint una relació interior 2 a 3, la qual delimita la compartimentació d'aquest espai interior, però al temple de l'Alcúdia sembla que la voluntat de marcar un lloc central i un espai obert, sense necessitat de pilars per cobrir l'estructura com al temple B del Campello, ens indica l'adaptació d'un nou sistema de proporcions. En aquest cas la planta és resultat d'un quadrat 1 a 1, el lloc central del qual pot ser obtingut per dos mitjans: per una part per una divisió simple de l'espai i l'elecció aproximada del centre d'aquest rectangle i, per altra part amb el mètode de doblar el quadrat, mitjançant el qual a partir d'un quadrat pots aconseguir un altre doblant la seva superfície (fig. 146).

Seguint aquest mètode, descobert pels geòms grecs i del qual farem esment en el capítol de les proporcions arquitectòniques, podem partir d'un quadrat de 4,5 m o 15 peus de costat, amb una diagonal de 6,3 m o 21 peus, que serà el costat del futur quadrat. D'aquesta manera, el primer quadrat de 15 peus de costat ens marcarà el lloc central del futur quadrat de 30 peus de costat, on es col·locarà la taula d'ofrenes. Aquesta taula segons les mesures facilitades té unes dimensions de 0,9 m de costat, el que es pot expressar també, per tant, com un quadrat de 3 peus de costat. Per altra part, els murs exteriors es poden correspondre aproximadament amb 2 peus (al voltant de 0,6 m); així mateix, la torre o *migdol* de 3 per 5 m presenta una amplada dels murs de 0,76 m, el que es pot correspondre aproximadament a 2,5 peus.

Pel que respecta a aquesta torre, les mesures de què disposem, sumades a l'amplada dels murs, així com l'anàlisi de la planta, dona una mesura general de 3,01

## Metrologia ibèrica a Catalunya i el País Valencià

per 5,02 m. La divisió d'aquestes dues quantitats dóna un valor de 1,66, el que s'aproxima a una relació àuria en el rectangle, seguint la sèrie de Fibonacci (1,61). Així, la relació 5 a 3 s'emmarca dintre d'aquesta seriació (1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55....). A partir d'aquesta relació, proposem la utilització del peu de 0,3 m com unitat de mesura, el que dóna una planta rectangular de 16 per 10, seguint aquesta mateixa seriació.

	MESURA	PEUS	VALOR	MÒDULS
<b>Amplada total</b>	9 – 9,32 m.	30 - 31	0,30 m.	2
<b>Amplada murs</b>	0,6 m.	2	0,30 m.	-
<b>Torre ampla</b>	3,04	10	0,304 m.	-
<b>Torre llarga</b>	5,01	16	0,31 m.	-
<b>Torre murs</b>	0,76 m.	2,5	0,304 m.	-

Figura 145. Indicació de les principals mesures identificades al temple de l'Alcúdia i proposta de restitució metrològica.

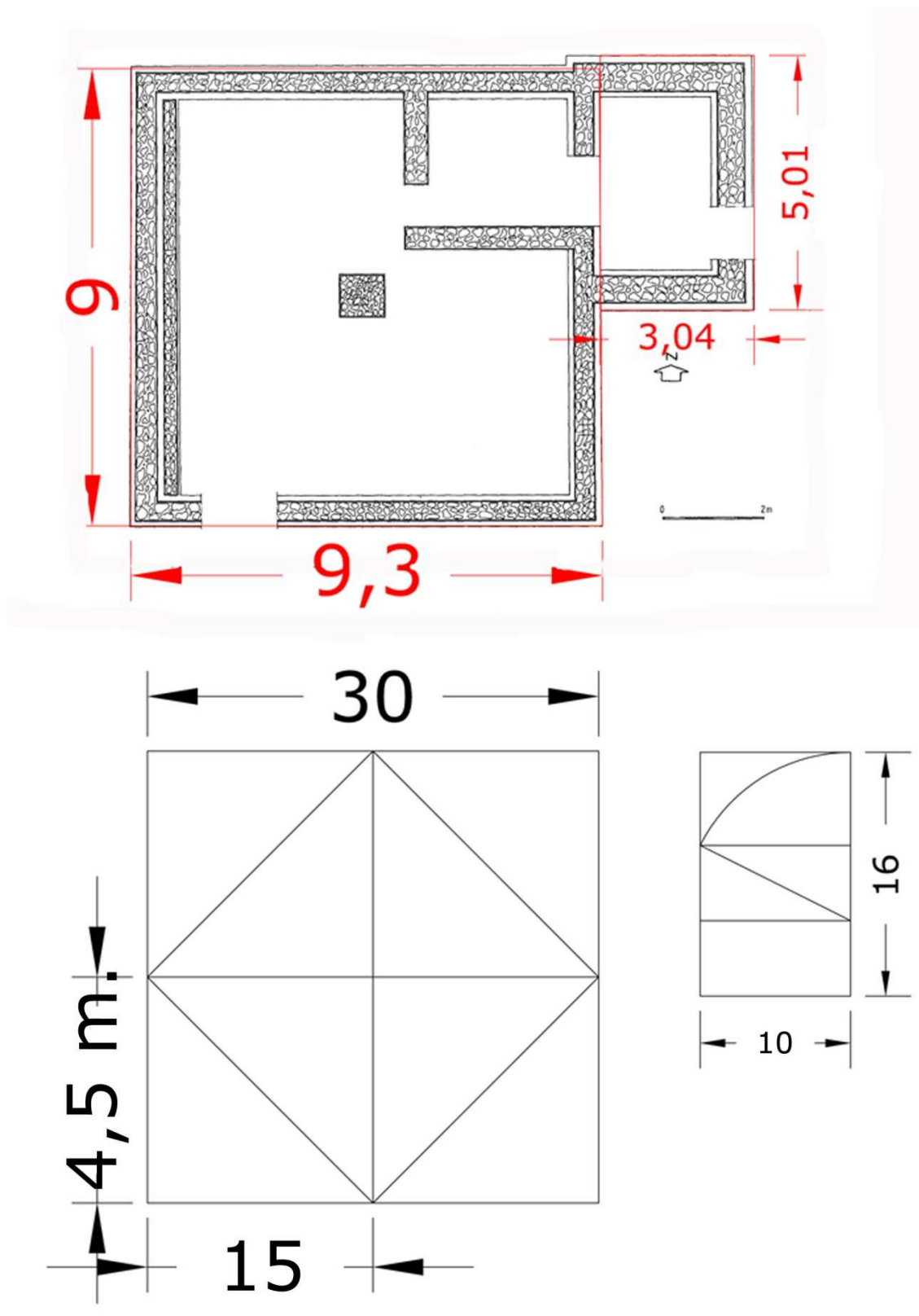


Figura 146. Planta del temple de l'Alcúdia d'Elx a la fase inicial expressada en m (superior), a la part inferior restitució geomètrica probable a partir d'un quadrat de 4,5 m de costat o 15 pues on es genera el quadrat de 30 peus. Al costat inferior dreta, restitució geomètrica de la torre adossada, expressada en peus.

#### 4.4 Estructures d'emmagatzematge ibèriques: els graners elevats

A més de les obres d'arquitectura defensiva i els elements de culte, els magatzems són també unes obres emblemàtiques per a tota comunitat i on, per tant, hi ha un major esforç tant a nivell constructiu com simbòlic.

En aquest cas, el nostre estudi s'ha centrat únicament en les estructures de magatzem elevades, destinades a preservar el gra de la humitat i del contacte directe amb el terra. Aquests tipus de magatzems, molt habituals al món protohistòric occidental, es caracteritzen per la presència de murs paral·lels a una distància més o menys regular, que permeten aixecar un pis superior on es dipositaria el gra. Creiem que aquestes estructures tenen característiques que permeten aplicar-hi estudis metrològics. Hem hagut de descartar altres tipus d'estructures d'emmagatzematge típiques de la cultura ibèrica com les sitges o altres estructures polifuncionals, on és impossible aplicar estudis metrològics.

Sobre aquest tipus d'estructures cal destacar els estudis a nivell tant funcional com morfològic de F. Gracia Alonso (1995, 2004, 2009), especialment a partir dels magatzems de l'assentament de la Moleta del Remei d'Alcanar, on ha estat documentada una major concentració d'aquest tipus d'estructures. A partir dels anys 1980 del segle XX la identificació d'aquest tipus d'estructures ha sofert un considerable augment i, en aquest moment, es poden documentar a totes les àrees de la cultura ibèrica, amb una especial concentració en la zona central i en l'àrea de les actuals províncies d'Albacete i Ciudad Real.

La cronologia d'aquestes construccions se situa entre els segles V i III aC, i el concepte constructiu perdura igualment en època romana (*horrea*). En context grec, disposem la descripció d'aquest tipus d'estructures realitzada per Filó de Bizanci<sup>86</sup> i recollida per Y. Garlan, que interpreta que els murs tindrien un colze d'amplada i estarien separats per distàncies de 3 colzes. Aquesta interpretació ha estat relacionada amb les construccions ibèriques per F. Gracia (1995, 92; 2004, 95), qui ja avança, com veurem, una regularitat constructiva a les obres ibèriques, tot i que no segueixen l'esquema esmentat anteriorment.

El nostre estudi metrològic s'ha centrat en les estructures per a les quals disposem d'una documentació més extensa i que presenten un millor estat de conservació. Hem

---

86 Filó de Bizanci, *Sintaxis Mecànica*, V, pàg. 301-303, 369-370 a Garlan 1974.

hagut de descartar aquells assentaments on només ha estat possible identificar alguns murs aïllats, sense que s'hagi pogut identificar la planta general de l'estructura, com són els casos dels magatzems del poblat ibèric del Amarejo (Bonete, Albacete), la Torre de Foios (Lucena del Cid, Castelló) i el Cornulló d'Albocàsser, també a la província de Castelló de la Plana. D'aquesta manera, l'anàlisi s'ha centrat en els magatzems dels assentaments de la Illeta dels Banyets de Campello (Alacant), la Balaguera de Pobla Tornesa i la Moleta del Remei d'Alcanar; també hem considerat oportú incloure el cas de Montlaurès a la propera regió del Llenguadoc francès, i dins l'òrbita de la cultura ibèrica.

El primer magatzem que analitzarem és el de la **Illeta dels Banyets**. Aquesta construcció se situa entre els dos temples o recintes de culte de l'assentament, el que va portar a interpretar-lo inicialment com el magatzem d'aquests temples (Llobregat 1988, 137). Aquest edifici va ser objecte d'una tesi de llicenciatura per part de Núria Álvarez, que va interpretar l'obra com a magatzem elevat (Álvarez 1997, 165). Una reinterpretació posterior considera que aquesta funcionalitat es correspon amb el moment fundacional de l'edifici, mentre que en una segona etapa es dedicaria a l'emmagatzematge de grans envasos (Abad i Sala 2009, 127). L'anàlisi arquitectònica realitzada al magatzem ha permès identificar dues fases constructives: en la primera fase, datada al segle V aC, s'aixequen els murs paral·lels i al davant d'ells una superfície porticada delimitada per blocs de pedra on reposarien pilars de fusta (Olcina 2005, 154); en un segon moment, datat a la segona meitat del segle IV aC, els murs paral·lels es tapien i es compartimenta l'espai porticat, de manera que perd la funció original de magatzem elevat (Olcina 2005, 154; Abad, Sala 2009, 127).

Respecte a les mesures de l'edifici, es proposa una planta de 12,26 per 5,90 m (Olcina 2005, 153). Aquestes mesures, no obstant, es corresponen amb les mides corresponents a la segona etapa de l'edifici, quan aquest s'amplia al voltant de 0,3 m cap a l'oest. Així, les mesures del magatzem en la primera fase constructiva serien de 11,9 per 5,8 m. La nostra recerca s'ha centrat en aquest moment inicial, ja que és on es pot observar la concepció arquitectònica de la construcció, que es mantindrà gairebé sense canvis al llarg de tot el moment de vida del poblat. Interiorment, la planta es dividida per onze murets paral·lels en forma de graella, amb una amplada mitjana de 0,60 m i una llargada regular lleugerament inferior a 3 m, separats per una llum de 0,5 m d'amplada.

A partir de les mesures disponible hem pogut observar una estricta regularitat en la construcció, que ens està indicant un clar plantejament constructiu racional. Així, la

divisió entre els dos costats del rectangle ens dóna un valor proper a 2, el que remet, sens dubte, a una relació 1 a 2 en la seva planta. D'aquesta manera, el rectangle ha estat plantejat a partir de la suma de dos quadrats de 5,9 m de costat, fins a configurar una planta general de 11,8 m. Així mateix, els costats curts del rectangle delimiten una divisió 2 a 1 entre espai buit i espai construït, separant l'espai porticat situat al nord de l'espai edificat elevat que se situa al sud. Observem, per tant, una clara racionalització de l'espai mitjançant un esquema constructiu simple basat en una senzilla relació 2 a 1.

Plantegem un procés constructiu que parteix de l'addició de dos mòduls quadrats de 5,9 m, mitjançant els quals es delimitaria la superfície exterior del magatzem. En aquest moment es bastirien, probablement, els murs exteriors del magatzem, així com els pilars angulars de la superfície porticada. Posteriorment, apreciem com l'eix central del rectangle coincideix amb l'eix del mur situat al centre de la construcció, de manera que a esquerra i dreta es disposen quatre murs respectivament. Els murs corresponents al magatzem es disposen seguint un ritme constant buit construït de 0,5 i 0,6 m.

Des del punt de vista metrològic, creiem que la unitat de mesura a partir de la qual va ser plantejada la construcció del magatzem es correspon amb un peu de 0,297 m. D'aquesta manera, seguint l'esquema constructiu, proposem una planta de 40 peus de llargada per 20 peus d'amplada. Posteriorment, l'espai es divideix dues vegades interiorment: l'amplada es divideix en dos mòduls de 10 peus, un corresponent a la llargada dels murs i l'altre delimitant l'espai buit. Probablement, a posteriori, el mòdul sud es divideix novament en dos mòduls menors, així, els murs de la graella es disposen successivament a partir del mur central i dels dos murs exteriors. A l'espai disponible entre el mur central, eix de la construcció, i els murs exteriors, es disposen quatre murs en cada costat, separats entre sí a una distància equivalent a 1,5 – 2 peus, mentre que cada mur té una amplada constant i regular de dos peus. Pel que fa a l'espai porticat, aquest també es compartimenta seguint una addició de mòduls quadrangulars: així, el pilar exterior i el pilar central estan a una distància de 20 peus (5,9 m), mentre que el pilar situat entre aquests dos se situa exactament a 10 de cadascun dels anteriors, seguint per tant, una mateixa relació 2 a 1 (fig. 147).

En el cas del magatzem de la Illeta dels Banyets hem pogut apreciar un esquema constructiu plantejat prèviament a l'edificació, tot seguint un esquema senzill basat en proporcions racionals naturals. En aquest sentit, la composició és estrictament regular i basada en números naturals pel que fa als murs exteriors, el mur central i els pilars del

porxo, únicament la separació posterior dels murs paral·lels no s'ajusta a una divisió mitjançant números sencers i aquest fet es deu, probablement, a que han d'adaptar-se a l'espai disponible, tenint en consideració que l'amplada dels murs ha de presentar sempre una regularitat de 2 peus d'amplada.

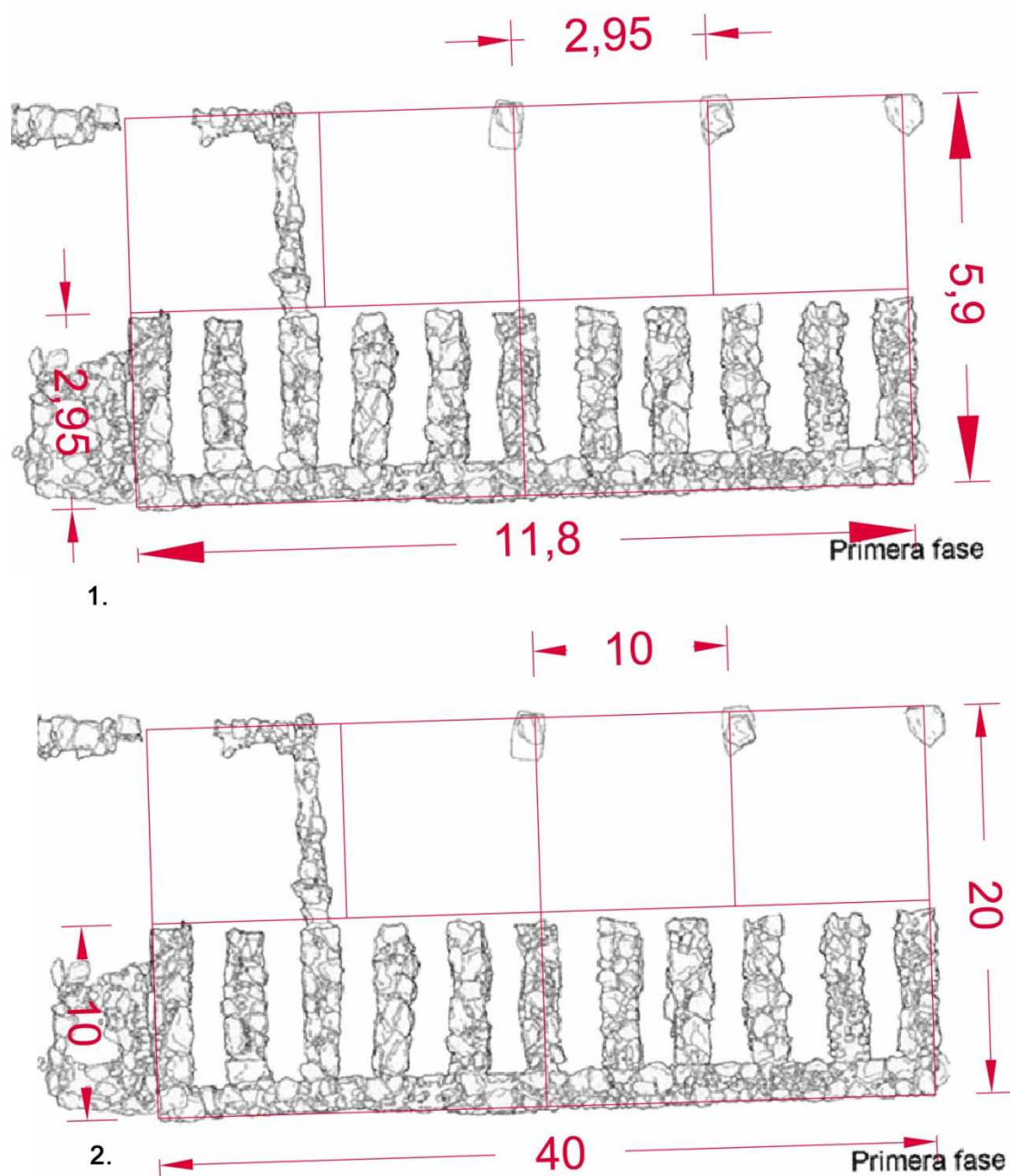


Figura 147. 1. Planta del magatzem de la Illeta dels Banyets en la seva primera fase amb la indicació de les principals mesures. 2. Restituïció metrològica del magatzem de la Illeta dels Banyets amb la relació del doble quadrat i el peu de 0,296 m.



L'assentament que ha proporcionat un major nombre de magatzems elevats és la **Moleta del Remei** d'Alcanar., l'origen del qual se situa en el primer ferro i s'han pogut documentar fins el moment tres magatzems, coneguts a la bibliografia com Edifici Singular 1, Edifici Singular 2 i Edifici Singular 3. La cronologia d'aquestes tres estructures s'emmarca durant l'ibèric ple, entre els segles V i III aC i s'ubiquen a la gran plaça central.

L'edifici singular 1, datat al segle V aC, està format per tres murs paral·lels de 3,5 m de llargada i una amplada variable, entre 0,7 i 0,8 m. L'estructura presenta una planta trapezoïdal, amb superfícies obertes destinades probablement a activitats relacionades amb el processat d'aliments. L'edifici singular 2, amb una datació del segle IV aC, està compost de dos recintes quadrangulars adossats, un de buit i l'altre amb cinc murs paral·lels de 3,5 m de llargada i una amplada variable entre 0,5 i 0,8 m (Gracia et al. 1988, 26; Gracia 1995, 94). En darrer lloc, de l'edifici singular 3, datat entre els segles IV i III aC, només s'han conservat quatre murs paral·lels d'aproximadament 0,8 m d'amplada, sense que s'hi pugui associar cap estructura de tancament.

La nostra anàlisi s'ha centrat en l'edifici singular 2, que és l'únic que presenta una planta completa. Es tracta d'un edifici rectangular format per cinc murs paral·lels de diferents amplades i llargada uniforme, separats per una distància entre 0,35 i 0,5 m. La construcció amida exteriorment 6,4 per 4,2 m. A partir d'aquestes mesures obtenim un valor de 1,52, proper a un valor de 1,5 que correspon amb una relació 3 a 2 dels dos costats del rectangle. Considerem, per tant, aquesta la proporció a partir de la qual s'hauria plantejat la construcció del magatzem. Com hem pogut observar al magatzem de la Illeta dels Banyets, ens trobem davant d'un plantejament constructiu racional basant en números sencers, que com veurem s'aniran projectant de manera constant. D'aquesta manera, la divisió del costat llarg del magatzem per 3, seguint la proporció esmentada, atorga una mòdul de 2,1 m. La superposició d'aquest plantejament tripartit sobre la planta original del magatzem ens mostra com aquesta divisió en tres correspon exactament a l'eix dels murs 2 i 4, que serien molt probablement els murs de càrrega de l'estructura, i que, per tant, s'haurien d'haver aixecat en primera instància. Posteriorment, aquest espai és novament subdividit en dos mòduls menors de 1,05 m, que configuren l'eix dels tres altres murs paral·lels (1, 3 i 5), seguint ara una relació 2 a 1.

Pel que fa a la metrologia, considerem com a unitat mesura d'aquesta construcció un peu de 0,35 m. Mitjançant aquesta unitat obtenim un rectangle exacte de 18 per 12

peus. L'espai interior és dividit inicialment en tres mòduls de 6 peus, que posteriorment són dividits en tres peus cadascun. Així mateix, la llargada de tots els murs que, com hem comentat, és de 3,5 m, es podria correspondre novament amb 10 peus de 0,35 m.

Més problemes planteja en aquesta restitució l'amplada dels murs i, per tant, la distància de separació entre ells. Creiem que la diferència de les amplades i el fet que aquestes no siguin mai regulars es deu a que, probablement, l'amplada exacta dels murs no és un condicionant per a la construcció, ja que únicament s'exigeix un estàndard situat entre els 0,5 i 0,8 m, suficients per tal de sostenir una planta superior d'un empostissat de fusta. Pel que respecta a l'amplada dels murs, proposem una mesura de dos peus (0,7 m) que es pot correspondre amb la mitjana de les mides dels cinc murs. Així, un cop definit inicialment el projecte constructiu i el lloc on aniran disposats els murs paral·lels per tal de repartir correctament la càrrega de l'estructura superior, l'amplada exacta d'aquests murs seria un element secundari i variable, en funció de la qualitat de la matèria primera i de l'habilitat dels pedraires.

L'anàlisi arquitectònica mostra una aplicació constant de la braça de sis peus que es va sumant fins a configurar la planta general del magatzem. Així, cadascun dels tres mòduls constructius es corresponen amb una braça de sis peus, amb una relació 1 a 2 amb l'amplada general que és de dues braces. Posteriorment, la divisió interna de cadascun d'aquests mòduls atorga un mòdul mínim de mitja braça de tres peus, que seria la unitat de mesura menor emprada a la planificació constructiva.

La restitució metrològica completa arquitectònica només s'ha pogut plantejar a l'edifici 3, però a partir de les mesures conservades de l'edifici 1 creiem que el peu de 0,35 m podria haver servit també de patró regulador d'aquesta construcció. En aquest sentit, la llargada dels murs paral·lels és també de 3,5 m que, si acceptem els valors proposats per l'edifici 2, es correspon amb un mòdul de 10 peus de 0,35 m (fig. 148).

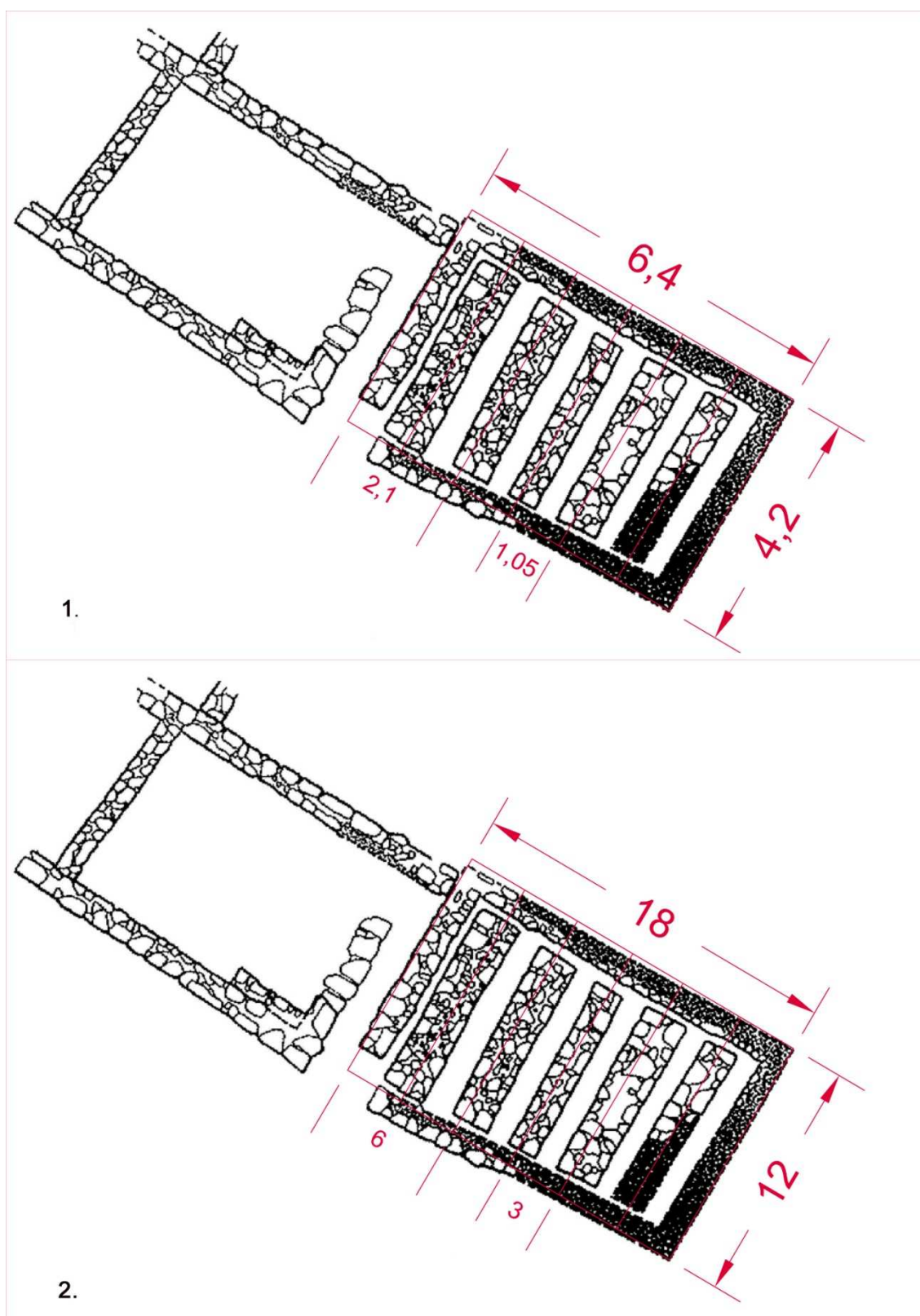


Figura 148. 1. Planta del magatzem de la Moleta amb indicació de les principals mesures. 2. Planta del magatzem amb la proposta de restitució metrològica basada en una relació 3 a 2 i una unitat de 0,35 m.

Més complicada és la restitució del magatzem elevat del poblat ibèric de la **Balaguera** de Poble Tornersa. En aquest cas, la problemàtica principal és que aquest

assentament únicament ha estat objecte d'una campanya d'excavacions realitzada a l'any 1950. La nostra interpretació es basa, per tant, en les escasses descripcions realitzades pel seu excavador (Jordà 1952), així com en l'anàlisi de les planimetries publicades.

L'estructura presenta una planta amb els característics murs paral·lels concentrats únicament al costat oriental i en nombre de tres, mentre que l'espai situat a l'oest resta buit amb una funció probable d'emmagatzematge de productes o assecat de productes.

La única referència mètrica que apareix en la publicació esmentada és el costat curt, del que inicialment havia estat interpretat com una torrassa (Jordà 1952, 284). Aquesta part de l'estructura mesura 3,7 m de costat. Basant-nos en aquesta mesura i mitjançant les planimetries disponibles hem pogut restituir la resta de mesures generals. Obtenim, així, un rectangle de 8,2 per 3,7 m, amb uns murs de 0,6 m d'amplada i separats a una distància entre 0,55 i 0,6 m.

A partir de les mesures restituïdes i de la descomposició dels dos costats llargs del magatzem, obtenim un valor de 2,2 que es correspon amb una proporció d'arrel quadrada de 5. Creiem que mitjançant aquesta relació es podria haver projectat el perímetre exterior del rectangle. Partint d'un quadrat de 3,7 m de costat i mitjançant la seriació  $\sqrt{2}$ ,  $\sqrt{3}$  i  $\sqrt{4}$ , obtenim en darrera instància un rectangle  $\sqrt{5}$  de 8,2 m (fig. 149).

A diferència del que hem pogut identificar al magatzem de la Illeta dels Banyets i la Moleta del Remei on s'opta per en esquema regular basat en proporcions racionals i fàcilment projectables, al magatzem de la Balaguera s'opta per l'elecció d'una proporció irracional per delimitar el recinte exterior, però com veurem aquesta proporció afecta únicament al perímetre, ja que per la distribució interna s'escullen formes més senzilles i racionals. Així, un cop delimitat el mur exterior d'aproximadament 0,6 m d'amplada, resta un superfície interior d'al voltant de 7,2 per 2,7 m. Si dividim la llargada interna obtenim dos rectangles idèntics de 3,6 per 2,7 m, en una relació 2 a 1. Aquesta divisió ens separa exactament l'espai construït situat a l'est de l'espai buit a l'oest i també, permet la posterior subdivisió de l'espai on s'aixequen els murs mitjançant unes relacions simples 2 a 1 (fig. 150).

Pel que respecta a la metrologia proposem novament una utilització d'un peu novament de 0,3 m. D'aquesta manera, plantejem una planta rectangular aproximada de 28 per 12 peus. Interiorment, es delimita un espai de 24 per 9 peus (7,2 per 2,7 m); aquest espai, seguint la relació 1 a 2 proposada, es divideix en dos mòduls de 12 per 9

peus. En darrera instància, l'espai on s'ubiquen els murs paral·lels és probablement dividit novament en 2, per tal de marcar el límit del segon mur, configurant dos subespais de 6 per 9 peus.

En el cas d'aquest magatzem, tot i que la planta exterior està basada en una proporció irracional, la distribució interna es correspon novament amb una senzilla relació 2 a 1. Com hem pogut comprovar, aquestes divisions interiors tenen com a patró comú les relacions en base sexagesimal. Així, la llargada de l'espai intern són 24 peus o 4 braces, mentre que la seva amplada és de 9 peus, o bé 1 braça i mitja; posteriorment, l'espai es divideix en dos rectangles de 12 peus de llargada (2 braces), per esser dividit finalment novament en 6 peus (una braça) (fig. 151).

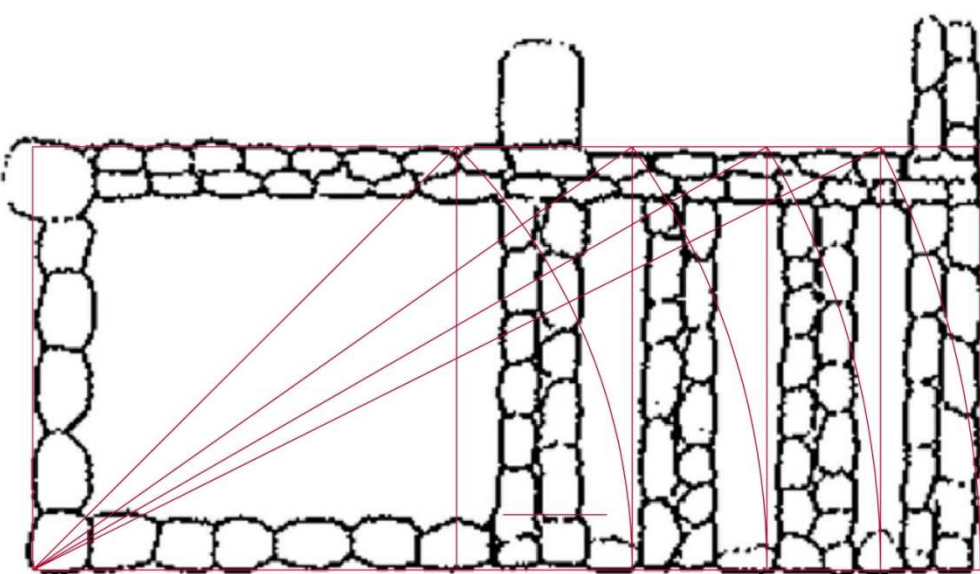
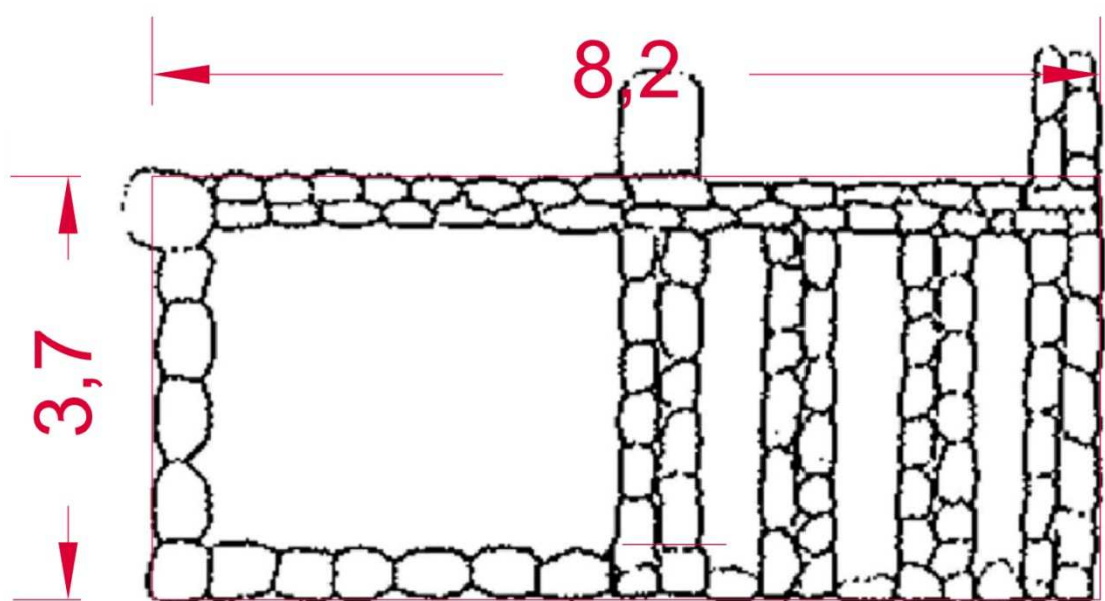


Figura 149. 1. Planta del magatzem de la Balaguera amb indicació de les mesures exteriors. 2. Restitució del perímetre exterior del magatzem a partir de la seriació  $\sqrt{2}$ ,  $\sqrt{3}$ ,  $\sqrt{4}$ ,  $\sqrt{5}$ .

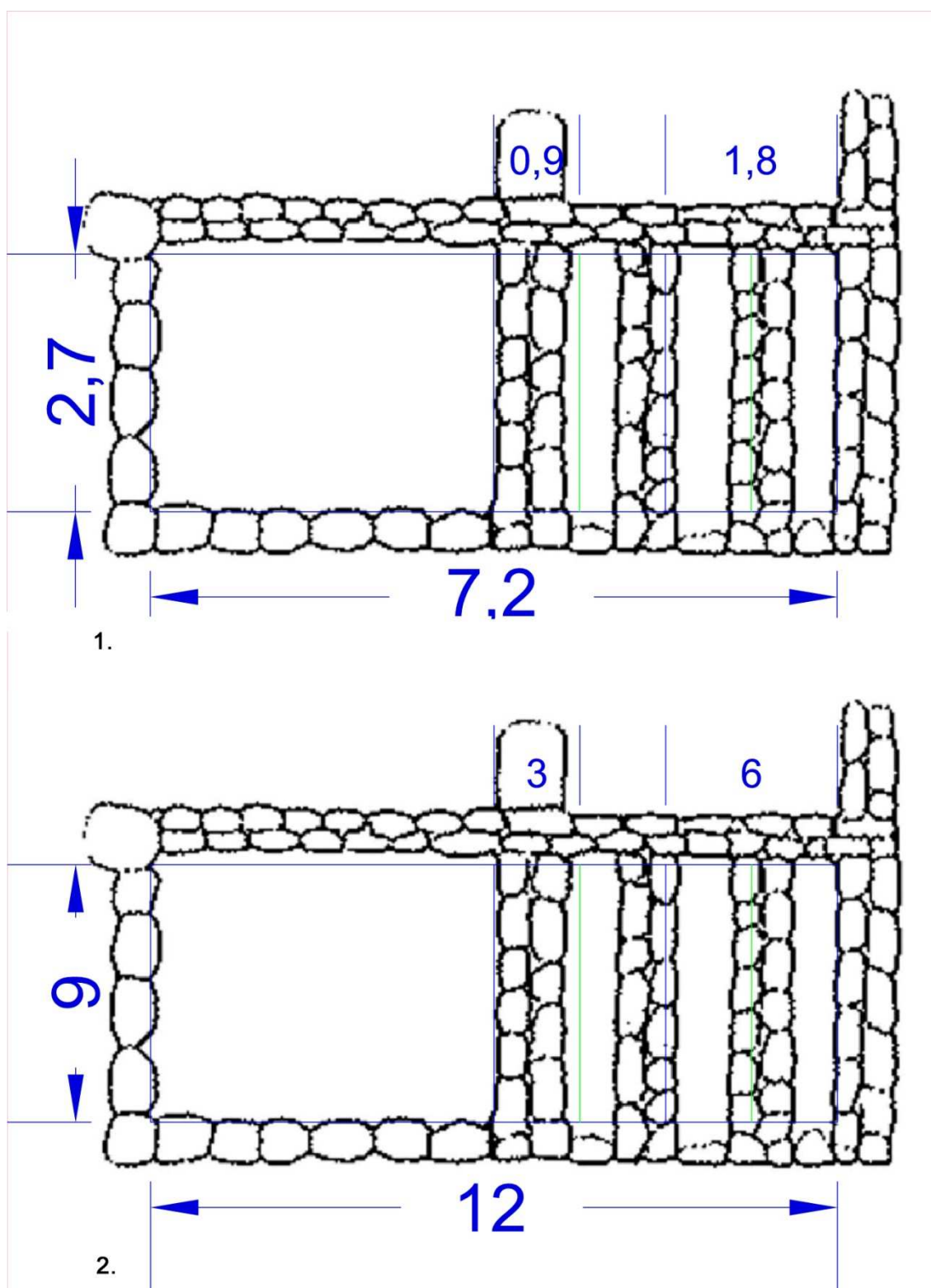


Figura 150. 1. Planta de la Balaguera amb indicació de les mesures del rectangle interior. 2. Restitució metroològica seguint una proporció 2 a 1 i una unitat de mesura de 0,296 m.

Assentament	Cronologia	Unitat	Murs	Proporció	Mòdul
<b>Illeta Banyets</b>	Segle V aC	Peu 0,297 m.	Dos peus	2 a 1	<i>Pertica de 10 peus</i>
<b>Moleta Ed. 1</b>	Segle V aC	Peu 0,35 m.	Dos peus	Indeterminad a	Indeterminat
<b>Moleta Ed. 2</b>	Segle IV aC	Peu 0,35 m.	Dos peus	3 a 2 i 2 a 1	Braça sis peus
<b>Balaguera</b>	Indeterminada	Peu 0,297 m.	Dos peus	$\sqrt{5}$ i 2 a 1	Braça sis peus

Figura 151. Taula resum de les unitats de mesura identificades als magatzems elevats ibèrics i les seves restitucions

Arquitectònicament, pel que respecta a l'esquema base d'aquests magatzems elevats, hem pogut definir una sèrie de paral·lelismes en la idea constructiva d'aquestes tres edificacions. En una primera observació, apreciem com tots els magatzems tenen un nombre senar de murs paral·lels que configuren la graella, el nombre del qual varia en funció de les dimensions generals de l'estructura. El model constructiu de les tres edificacions és molt similar, tot i que la definició del perímetre exterior és diferent en cadascun dels magatzems. Així, mentre que a la Illeta observem un rectangle basat en l'addició de dos quadrats, a l'edifici singular 2 de la Moleta apreciem un rectangle basat en una proporció 3 a 2; mentre que, en darrera instància, al magatzem de la Balaguera s'opta per una planta basada en una proporció d'arrel quadrada de 5 per a la definició del perímetre extern. Malgrat aquestes diferències en l'esquema exterior, la repartició interior de tots aquests magatzems es fa mitjançant unes relacions 2 a 1 que es van repetint de manera continuada. Aquest punt és especialment present a la Illeta dels Banyets, on tot l'espai interior, i no només la distribució dels murs paral·lels, és plantejat seguint aquest sistema de proporcions. Creiem, d'aquesta manera, que els constructors ibèrics, en el moment de planificar la distribució de l'espai disponible opten pel recurs més senzill i a la vegada més pràctic, que és la seqüència 2 a 1, amb la qual l'espai pot ser repartit indefinidament seguint sempre la mateixa proporció. Així mateix, dintre d'aquesta recerca pels mòduls senzills podem observar una preferència per models racionals basats en nombres sencers, d'on únicament es diferencia el perímetre exterior del magatzem de la Balaguera que



es correspon amb una proporció de base irracional, però que a l'hora de plantejar la distribució interior torna a fer servir els mateixos models racionals.

Pel que fa a la metrologia d'aquestes tres construccions hem de tornar ara a la cita de Filó de Bizanci interpretada per Y. Garlan, i a partir la qual encertadament F. Gracia ja va apreciar un possible plantejament metrològic en les obres ibèriques, però sense anar més enllà. A partir de la nostra anàlisi proposem una amplada constant dels murs de dos peus, és a dir, entre 0,6 i 0,7 m, mentre que la separació d'aquests murs se situa normalment en 1,5 o 2 peus (0,45-0,7 m). Com hem esmentat, és en aquest punt on hi ha una menor regularitat i preocupació per part dels constructors ibèrics, ja que l'amplada i la separació dels murs és sempre variable perquè no s'adapta a un esquema general, sinó que està condicionada pel correcte sosteniment de la superestructura de fusta. A diferència de l'amplada dels murs, on sí que trobem un esquema marcat, és la distribució interior de l'espai que sol estar marcada mitjançant braces de sis peus, o bé mitges braces de tres peus. És aquest el cas de la Moleta del Remei on s'aprecia un mòdul constructiu de 2 per 1 braces, que posteriorment és dividit en espais de dues per mitja braces; un esquema similar trobem a la Balaguera on l'espai es modula amb dues per una i mitja braces. La diferència a nivell modular la identifiquem al magatzem de la Illeta dels Banyets on tot l'esquema general es basa amb mòduls de 10 peus, la coneguda com a *pertica* dels romans i el seu divisor que és el pas, corresponent a 5 peus.

Finalment, desconeixem com aquest esquema constructiu hauria estat traslladat sobre el terreny, però la continua repetició de relacions 2 a 1 ens pot indicar la utilització de cordes i estakes. D'aquesta manera, les cordes serien probablement dividides amb nusos disposats cada 5 o 6 peus i que estarien marcant els eixos on s'han de disposar els murs.

#### 4.5 Possibles instruments de mesura ibers

Al context ibèric septentrional i central, objecte d'aquest estudi, la plasmació arquitectònica i urbanística comporta necessàriament la utilització d'uns instruments de mesura i altres eines, molt semblant a les que s'han pogut identificar al món grec i púnic. Malauradament només podem deduir el seu ús a partir de la plasmació arquitectònica d'aquest. Aquests probables instruments haurien estat de materials peribles com cordes i fusta, que no han estat conservats i, per tant, desconeixem el valor gravat en aquestes. De la mateixa manera, no es disposa de referències literàries ibèriques que facin esment d'unitats de mesura o bé de determinades eines,

així com no es disposa tampoc de cap altra font grecolatina que doni informació de sistemes de mesures ibèric.

Així, en el cas de les dimensions menors, com pot ser el cas de les amplades dels murs o bé de les portes, es pot proposar la utilització d'una eina amb una mesura d'un peu, el valor del qual seria variable. D'aquesta manera, a la trama urbana és freqüent apreciar la utilització del peu en l'amplada dels murs exteriors de les cases, tal i com s'ha pogut documentar al Castellet de Banyoles, el Puig Castellet, o bé als temples A i C del Puig de Sant Andreu. Així mateix, la identificació freqüent d'amplades de murs perimetrals corresponents a una mesura d'un peu i mig (aproximadament 0,44-45 m), com és el cas del Puntal dels Llops, mostra novament la utilització del peu, així com dels seus divisors. Seguint, per tant, les divisions antropomètriques conegudes a l'antiguitat, s'observa com el peu es divideix a la seva vegada en quatre pams, tal i com es reflecteix especialment en representacions d'unitats de mesures romanes i gregues (fig. 152). La utilització d'aquesta unitat amb els seus divisors està destinada, per tant, als elements de mida inferior que necessiten un grau de precisió superior, d'aquí que, en aquest cas, les desviacions siguin relativament minses.

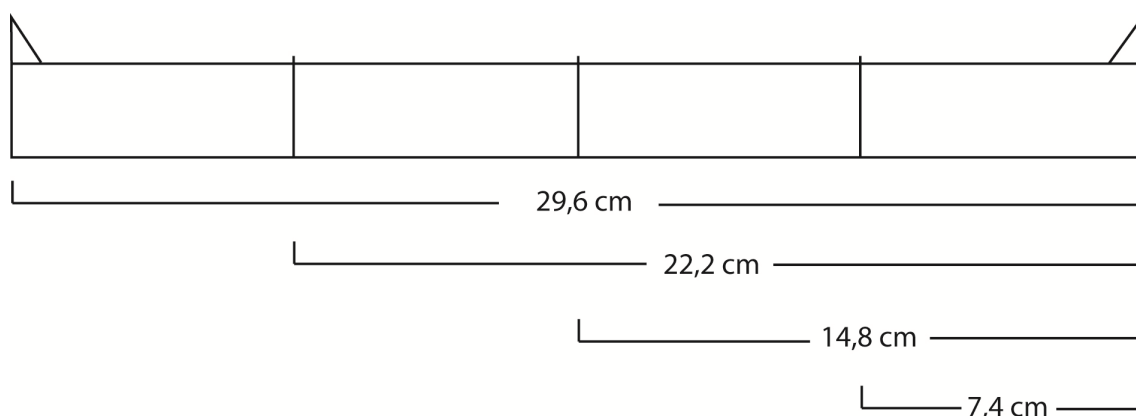
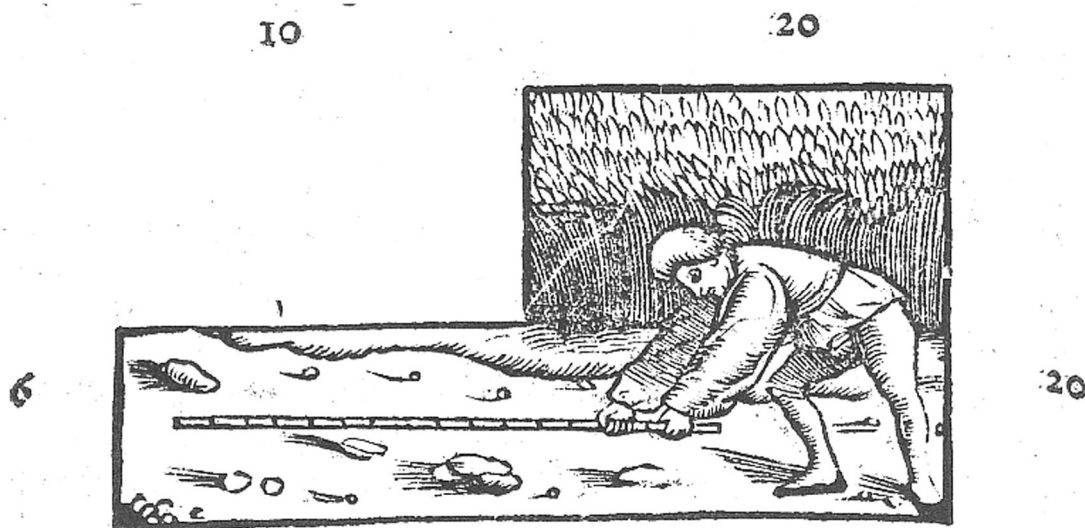


Figura 152. Representació d'un peu jònic de 0,296 m, un dels més documentats a l'arquitectura i l'urbanisme ibèrics, amb les seves divisions en quatre pams.

Per tal de plantejar mesures més grans com pot ser la delimitació de les cases o bé la planta de les torres defensives és necessari, tal i com esdevé en tot el món antic, la utilització d'un mòdul superior, fàcilment transportable. El més comú és la vara, de la qual ja hem fet esment en el cas de la metrologia grega (capítol 3.3). El seu valor més comú a l'arquitectura ibèrica és de 6 peus, corresponent a una braça i la utilització de la qual s'ha pogut documentar a la torre Y-Z d'Alorda Park i a les torres de Montbarbat, Tivissa Puntal dels Llops, Castellar de Meca i la Bastida de les Alcusses, així com a la

planificació del sistema defensiu del Turó del Montgròs i de la trama urbana de la Picola.

Juntament amb la vara o braça, una altra unitats de mesura emprada, tot i que amb menys freqüència, a l'arquitectura i urbanisme ibèrics és el pas, corresponent a una mesura de 5 peus, així com el seu múltiple, la *pertica* o *decempeda*, amb una mesura de 10 peus. La utilització d'aquesta unitat s'ha posat més en relació amb l'arquitectura romana, de manera que hem plantejat aquesta atribució en el cas d'assentaments iberoromans com pot ser el Turó Rodó o el Tossal de la Cala. En tot cas, el seu ús en les planificacions urbanístiques s'ha pogut identificar a l'esquema constructiu de les cases del Puntal dels Llops, l'amplada de les quals és de 10 peus. De la mateixa manera, també s'ha detectat en el plantejament de la fortificació del Casol de Puigcastellet, el bastió del qual té unes mesures de 40 per 20 peus, o bé 8 per 4 passes, mentre que els mòduls quadrangulars divisors de la seva muralla té unes mesures de 20 peus o 4 passes.



Quelle: Deutsche Fotothek

Figura 153. Representació d'un agrimensor alemany d'època moderna, on es veu la utilització de la vara per tal de mesurar i delimitar els camps (imatge corresponent a l'obra *Geometrey: von künstlichen Feldmessen und Absehen allerhand Hoehe, Fleche, Ebne, Weitte unnd Breyte* de Jakob Köbel, datada en 1584). Tot i la gran diferència temporal i espacial amb l'època ibèrica, els sistemes antropomètrics i la seva utilització van estar en ús fins a la introducció del Sistema Mètric Decimal.

Per al plantejament de distàncies llargues, com pot ser la planificació de l'assentament dels Estinclells o els Vilars, o bé la distància del llenç de muralla entre torres, proposem la utilització de la corda. El material amb què podria estar feta el desconeixem, però probablement hauria estat fabricada a base de fibres com l'espart o el lli, aquest segon especialment habitual al món ibèric, tal i com es documenta al taller

de lli del Coll del Moro de Gandesa (Rafel et al. 1994) o la importància dels teixits de lli a Saiti. Per tal de definir l'espai entre les torres plantegem la utilització d'una corda amb una mesura d'un *plethron* o 100 peus, com hem pogut documentar al sistema defensiu del Puig de Sant Andreu. Aquesta mateixa unitat es podria haver fet servir a la muralla del Casol de Puigcastellet que presenta unes dimensions de 200 peus de llargada, és a dir, dos *plethra*. En aquests casos, també és probable que la distància del llenç fos mesurada amb passos directament sobre el terreny, el que atorgaria una desviació superior a la de la corda. La utilització d'aquesta darrera és indubtable per tal de plantejar els assentaments dissenyats a partir de dues circumferències com els Estinclells o Vilars, així com l'edifici del Turó del Calvari.

Plantegem, per tant, la utilització d'un senzill repertori d'eines de mesura de longitud basat en el peu, la vara o braça i l'escaire, mitjançant les quals es defineixen les dimensions menors, mentre que per les distàncies de major extensió s'opta principalment per l'ús de la corda, que pot ser dimensionada seguint les necessitats i que, a la vegada pot ser dividida mitjançant nusos. La utilització de la corda va lligada amb l'ús de l'estaca, per tal de marcar les distàncies a mesurar així com el punt central de les circumferències (fig. 153).

## 5. Influència metrològica colonial en el món indígena occidental

### 5.1 Influència de la metrologia púnica en l'arquitectura ibèrica

Abans d'entrar a considerar possibles relacions entre els sistemes metrològics fenicis occidentals i l'arquitectura ibèrica, hem de considerar la intensificació de les relacions entre les societats indígenes i les fenícies a partir del 348 aC, moment en el qual es dona una major presència física d'elements nord-africans coincidint amb el segon tractat romano-cartaginès<sup>87</sup>, on la zona meridional de la península Ibèrica queda immersa dintre de l'esfera comercial cartaginesa (Prados 2006, 55).

Pel que fa a possibles influències fenicio-púniques en l'arquitectura ibèrica de l'actual País Valencià, les principals aportacions es centren a la zona contestana, on des del segle VIII aC s'implanta la colònia fenícia de la Fonteta a Guardamar (Rouillard *et al.* 2007). A partir d'aquest moment la regió contestana meridional es troba immersa dintre de tot el corrent orientaltitzant, de manera que són nombroses les influències fenícies, especialment pel que respecta a l'imaginari religiós, en els moments formatius de la cultura ibèrica (Bendala 2005, 41). Pel que respecta a la influència oriental en l'arquitectura i les tècniques constructives ibèriques, són nombrosos els estudis recents que han versat sobre aquest tema i, per tant, no ens estendrem en aquest punt (Abad i Sala 2006; 2007; Prados 2007a; Sala 2005; 2006a; 2006b).

Després de l'anàlisi detallada dels diferents assentaments hem pogut apreciar un fenomen d'hibridació on, per una banda, podem proposar una adopció dels sistemes de mesures d'origen cartaginès, juntament amb tècniques constructives típicament ibèriques i, per altra banda, hem pogut identificar també una fusió entre esquemes constructius d'origen oriental i sistemes de mesures d'origen ibèric. Dintre de la primera categoria podem incloure la torre defensiva del Puig d'Alcoi. En aquest cas es proposa l'adopció d'una unitat de mesura típicament fenícia occidental, com és el cas del colze de 0,5 m, amb una tècnica constructiva i una disposició poliorcètica típicament ibèrica. Com hem observat en el capítol sobre metrologia fenícia, aquesta unitat hauria estat implantada a la península Ibèrica des dels primers moments colonials, però va gaudir d'una major extensió durant el segle IV aC, moment al qual correspon la construcció de la torre ibèrica. La bibliografia recent tendeix al mateix temps a apuntar la intensa relació i contacte de la vall d'Alcoi amb la costa i, per

---

87 Polibi, *Històries*, III, 24, pàg. 299-301, edició d'A. Díaz, Biblioteca Clásica Gredos, 38, Madrid, 1981.

extensió, amb l'àrea d'influència fenícia occidental (Grau 2005, 78) i des d'on podria haver arribat tant l'esquema modular com la unitat de mesura associada. Pel que respecta a l'esquema constructiu de la torre, ja hem apuntat com a únic paral·lel les torres de Mozia, datades a final del segle V aC i que presenten les mateixes mesures que la torre contestana. És aquesta l'única fortificació occidental amb unes mides semblants i on, per tant, es proposa la utilització d'una mateixa proporció, així com la mateixa unitat de mesura.

Més dubtes interpretatius presenta la torre del Perengil de Vinaròs, ja que se situa en una zona distant del nucli cartaginès, tot i que es podria situar dintre de l'òrbita econòmica fenícia-occidental (Vives-Ferrándiz 2005, 69). En aquest assentament l'única explicació possible respecte a la possible adopció d'una unitat de mesura cartaginesa, és que la construcció de l'edifici respongués a la identificació amb un petit assentament rural púnic, semblant als implantats per Cartago a l'alta Andalusia, Sardenya o Eivissa (Prados 2007b, 94; Gómez Bellard i Van Dommelen 2008) i que haurien tingut una funcionalitat de control agrícola i marcador territorial. Per altra part, la descoberta recent de torres de guita aïllades ibèriques a la costa alacantina datades al segle IV aC, amb una funcionalitat de vigilància costanera i de control de les àrees productives properes (Sala 2006b, 143; Bolufer i Sala 2009), pot obrir una nova via d'interpretació a la torrassa del Perengil.

Dintre la segona categoria podem incloure els temples de la Illeta dels Banyets i, amb més dubtes, és de l'Alcúdia d'Elx. En aquests casos, la cultura material i l'esquema constructiu mostra l'adopció d'un ritual típicament oriental (Sala 2006a, 31), però on s'hauria estat el sistema de mesures comunament estès entre les comunitats contestanes del segle V aC, com és la utilització del peu de 0,296 m.

En qualsevol cas, el millor exemple d'hibridació entre l'arquitectura ibèrica i la tradició cartaginesa és el Tossal de Manises, on s'ha apuntat la intervenció directa o la influència molt marcada d'època bàrquida (Bendala i Blánquez 2002-2003, 154; Sala 2006b, 146). A partir de l'anàlisi metrològica hem proposat la utilització d'una unitat de mesura indígena, dintre d'un esquema general que hauria seguit el model de la muralla de compartiments d'època bàrquida de Cartagena. En qualsevol cas, aquesta proposta només s'aplicaria a les torres compartimentades corresponent al primer sistema defensiu. Després de l'abandonament de l'assentament, i en els primers moments d'ocupació romana (finals segle II aC), podríem considerar la construcció de la torre II, que no pertanyeria al primer sistema defensiu, sinó que a nivell metrològic

proposem una creació posterior, immersa en els primers moments republicans i on apreciem una hibridació entre les tradicions romanes i púniques.

En primer lloc, la torre II és l'única que presenta una planta i una estructura diferent a la resta (fig. 154). Aquesta torre no ha estat excavada en època recent, i la seva identificació correspon a les intervencions de Lafuente Vidal durant la dècada dels anys 1930 i de la qual la única referència disponible és que presentava calç a les juntes (Lafuente 1957, lám. XXII). A més de disposar d'un esquema diferent, aquesta se situa allunyada i separada de les altres torres, en l'extrem inferior de l'assentament. La torre és de planta massissa amb un alçat en terra, i té unes mides exteriors de 10,3 per 7,75 m. La divisió de les mesures dels dos costats dóna un valor de 1,33, el que es correspon exactament amb una proporció 4 a 3 (1,33). Aquesta proporció és la base del triangle 3-4-5; en aquest cas, la diagonal del rectangle amida 12,89 m, el que encaixa dintre d'aquesta progressió. D'aquesta manera, podem interpretar sense equivocar-nos que aquesta construcció va estar basada en un triangle pitagòric 3-4-5. No entrarem ara a detallar l'origen d'aquest sistema de proporcions, ja que es veurà en un altre apartat, però hem de dir que es tracta potser de la manera més fàcil, ràpida i pràctica de plantejar la construcció d'un rectangle. Aquesta construcció s'hauria projectat mitjançant triangles rectangles seguint unes regles senzilles de geometria.

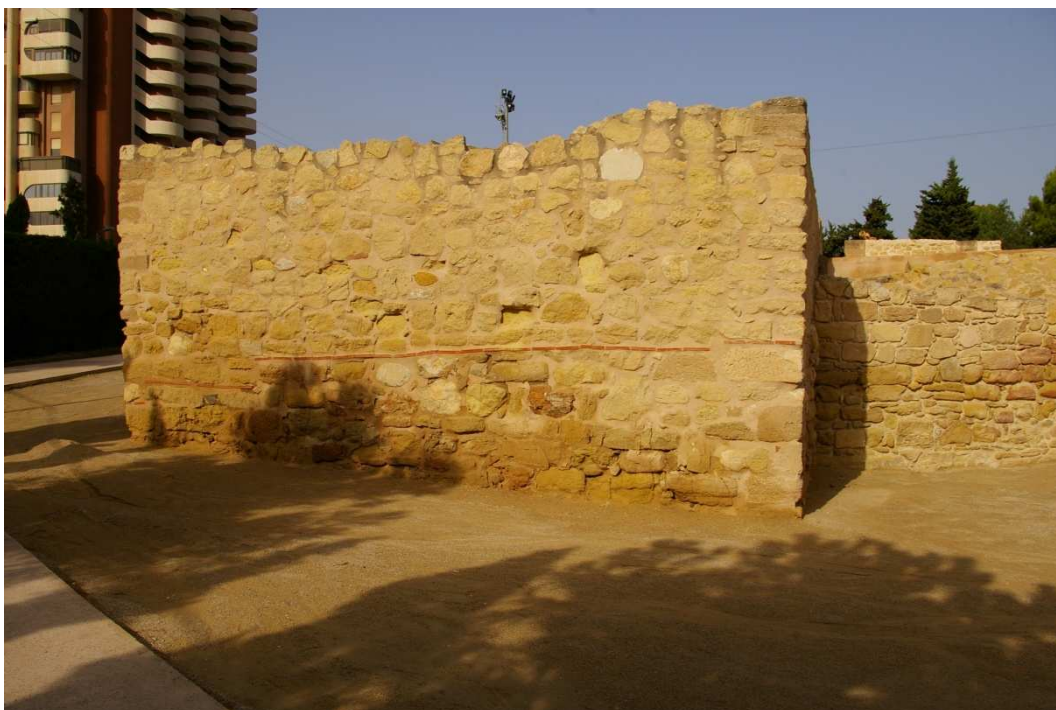


Figura 154. Vista del lateral de la torre II del Tossal de Manises en l'extrem sud de l'assentament.

Un cop identificat aquest pla regulador, proposem una subdivisió en base 5, que ens mostraria un rectangle de 15 unitats modulars de costat per 20 unitats de front, amb una diagonal associada de 25 unitats. La comparació amb les mesures reals de la torre ens porta a plantejar com a unitat un colze de 0,514 m (fig. 155). Per tant, proposem la utilització en aquesta torre d'un sistema de mesures diferent al reflectit a les altres quatre torres conservades. El problema es presenta ara en l'originalitat d'aquesta unitat de mesura. En aquest sentit, la nostra hipòtesi és que aquesta construcció no pertanyi al primer sistema defensiu, sinó que fos bastida durant les reformes de la fortificació en època romana, en un moment indeterminat que es podria situar durant el segle II-I aC. Un possible paral·lel proper seria la torrassa del Grau Vell de Sagunt datada a inicis del segle II aC que, com veurem, estaria fent servir aquest mateix sistema de proporcions, tot i que amb una unitat modular diferent. La diferenciació formal i espacial respecte la resta del sistema defensiu púnic és un altre dels fets que ens portaria a pensar en una diferència cronològica entre aquests dos recintes.

En segona instància, el fet interessant és la utilització d'aquesta unitat modular que fins el moment no hem documentat en l'edifici o l'urbanisme cartaginès. Reprenem, per tant, l'estudi de les taules de mesura romano-africanes, on aquesta unitat es troba gravada juntament amb el *pes monetalis* romà, per exemple a Leptis Magna i Thibilis. Com bé apunta P. Barresi, molt probablement aquesta mesura de colze se situa dintre de la tradició constructiva romana, i és l'equivalent púnic al *pes monetalis* romà, com es veu ben gravat a la taula de Leptis Magna on s'aprecien les subdivisions de les dues unitats en pams i unces. D'aquesta manera, el colze de 0,514 m podria ser la transposició púnica, amb una proporció 4 a 7, del peu romà de 0,296 m (Barresi 2007, 34). Aquest autor ha apuntat que moltes construccions romanes d'època imperial haurien estat construïdes seguint una planificació constructiva romana, però amb una unitat base d'herència púnica com és el colze de 0,514 m. Aquest dualisme és el que podria veure's reflectit a una escala més petita a la torre II del Tossal de Manises. Així, mentre que el sistema de proporcions podria situar-se en una esfera romana, la unitat modular emprada és una de les primeres adaptacions durant la romanització de la transformació i la imbricació dels sistemes de mesures púnics en el món romà. De la mateixa manera, la subdivisió en base 5 dels costats de la torre pot mostrar una aplicació del pas romà de 5 peus, o bé del seu múltiple, la *pertica* de 10 peus, seguint un esquema modular d'herència romana. Plantejem, per tant, l'existència d'un contingent de ciutadans romans que es fusionen amb un contingent iberocartaginès que no hauria estat completament eradicat, i que hauria mantingut certs trets



d'identitat, ja que el sistema de mesures és un dels aspectes més conservadors i que costen més de canviar de tota societat. Aquesta seria la situació almenys durant els moments més primerencs de la dominació romana (segle II aC), quan el nombre de ciutadans o de colons romans no seria molt elevat, i la població local no romanitzada tindria un pes considerable.

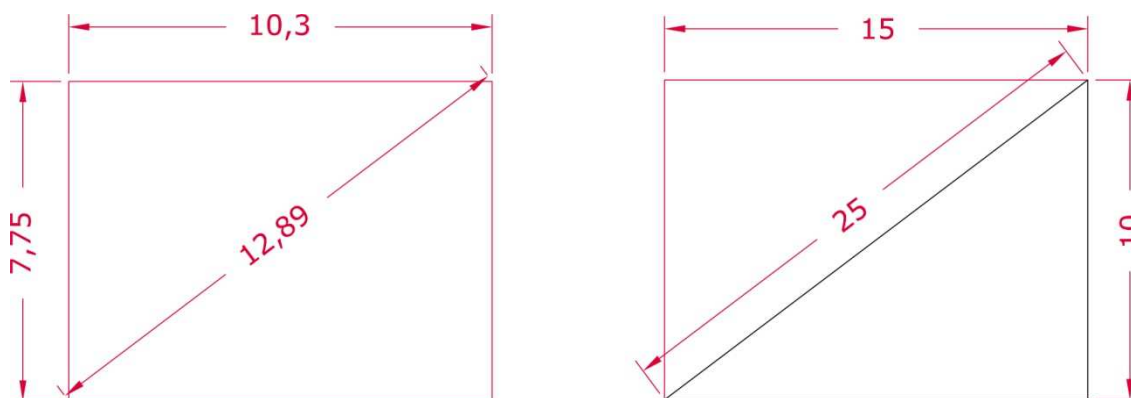


Figura 155. Planta de la torre II amb indicació de les principals mesures en m (esquerra) i restitució en colzes de 0,514 m, seguint triangles pitagòrics 3-4-5 (dreta).

El paral·lel més proper a aquesta situació es pot trobar a l'*oppidum* de Torreparedones (Córdoba), on s'han recuperat dues torres defensives rectangulars a les quals s'ha proposat la utilització, per primera vegada, d'aquesta unitat de mesura (Moret 1998, 90; 2002, 207) (fig. 156). La restitució plantejada per aquest investigador coincideix quasi exactament amb la que hem proposat pel Tossal de Manises, ja que en aquest cas es proposa un rectangle de 20 per 16 colzes de 0,514 m, amb unes dimensions del rectangle de 10,3 per 8,3 m, és a dir, pràcticament les mateixes mesures identificades al Tossal. Les excavacions d'aquestes estructures han modificat la datació inicial proposada entre finals del segle IV aC-inicis del segle III aC, i han determinat que aquesta estructura presenta una datació incontestable d'època romano-republicana (Morena López 2002, 158). Aquesta construcció es posaria, per tant, en relació amb el conegut santuari suburbà iberoromà de Torreparedones (Fernández Castro i Cunliffe 2002), el qual és la mostra més evident de la continuïtat de l'herència cartaginesa en els primers moments de romanització, com mostra el seu esquema típicament oriental de planta longitudinal tipus Langbau, amb divisió tripartida: vestíbul, cel·la i sagristia o *sacra sanctorum* amb la presència d'un betil central, on es va recuperar el què es probablement un dels millors exemples peninsulars de l'adaptació de la religió iberocartaginesa al panteó romà, concretament el cap de la Tanit púnica amb la inscripció *Dea Caelestis*, és a dir, l'assimilació de *Tanit* amb la *Juno* romana.

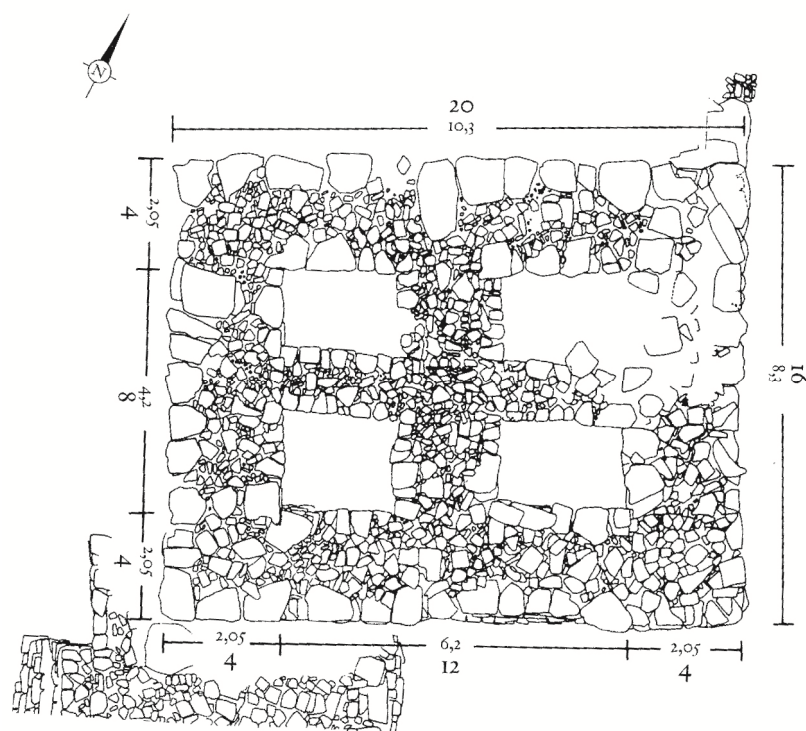


Figura 156. Planta de la torre de Torreparedones amb restitució metrològica a partir de colzes de 0,514 m, segons (Moret 2002, 208).

## 5.2 Influència de la metrologia grega en els assentaments indígenes occidentals

### 5.2.1 Adaptació metrològica grega en l'arquitectura ibèrica

A partir de l'anàlisi dels diversos assentaments ibèrics de Catalunya i el País Valencià hem anat observant el comportament metrològic de les diverses comunitats ibèriques, que es caracteritza en primer lloc per una preponderància del peu com a unitat de mesura, seguint els sistemes antropomètrics comuns a l'antiguitat. En aquest sentit hem pogut observar una convivència entre unes unitats de mesura que hem qualificat com pròpiament ibèriques, ja que no tenen parangó a la resta de pobles, i unes unitats de mesura foranies, que haurien estat adaptades per les comunitats ibèriques. Al món ibèric septentrional, la proximitat de la colònia focea d'Empúries hauria marcat des d'un primer moment l'adopció tant d'un sistema metrològic oriental com dels sistemes de proporcions més avançats del moment en la zona indiketa (Olmos 2008; en premsa).

El jaciment del Puig de Sant Andreu d'Ullastret és, sens dubte, l'assentament ibèric septentrional que ha proporcionat una major informació a nivell mètric. Es tracta d'un dels pocs exemples amb una llarga durada constructiva i on, des de finals del segle VI aC fins al segle III es continua usant un mateix sistema metrològic a la fortificació. En un primer moment, la utilització del peu de 0,296 m d'origen jònic (capítol 3. 9) en el sistema defensiu respon a una adopció gairebé contemporània a la seva implantació a les colònies focées occidentals, on aquest serà el mòdul constructiu més emprat des del segle VI aC, molt probablement importat pels propis colons. Hem pogut comprovar com aquesta unitat de mesura és emprada tant al sistema defensiu de Focea al segle VI aC, com posteriorment a *Massalia*, *Velia* i *Emporion*. Creiem, per tant, que aquesta seria una de les unitats de mesura que s'implanten inicialment a la península Ibèrica, juntament amb altres unitat també orientals, i que gaudiran d'una gran adaptació al llarg de tota l'etapa ibèrica. De la mateixa manera, la plasmació constructiva d'aquest patró modular remet a un sistema de mesures d'origen hel·lenístic –el *plethron* de 100 peus–, del qual ja hem fet esment en el capítol de metrologia grega i l'ús del qual està documentat tant per fonts escrites, com pot ser la descripció de la construcció del sistema defensiu de Siracusa o la distància entre les torres defensives de l'istme de Cartago, com mitjançant documentació arqueològica, com pot ser a la torre del Castelluccio de Velia o al sistema defensiu d'Olbia. Al Puig de Sant Andreu d'Ullastret, l'estudi del terreny per plantejar quin és el sistema constructiu més adequat denota, sens dubte, uns coneixements d'arquitectura militar especialment avançats per part de les comunitats ibèriques, o bé una possible participació d'arquitectes militars d'origen oriental.

Les ampliacions posteriors del sistema defensiu es caracteritzaran, com hem esmentat, per la continuïtat en la utilització del peu d'origen jònic, tot i que les torres passen de ser de planta circular a planta quadrangular, seguint més els esquemes grecs on entre els segles V i IV trobem una preponderància de les torres de tendència rectangular o quadrangular. Pel que respecta al sistema de proporcions identificat en aquest moment hem d'esmentar la construcció de la torre IV, que és el primer exemple d'edificació ibèrica en el qual s'adopta la solució 3-4-5 per tal de plantejar el disseny constructiu inicial. Arqueològicament, la primera adopció d'aquesta aproximació constructiva s'ha pogut identificar a les torres defensives de l'assentament fenici occidental d'Olbia, a les quals molts possiblement van participar arquitectes d'origen hel·lè. Creiem, per tant, que l'adopció al Puig de Sant Andreu d'Ullastret durant el segle IV aC d'aquest sistema de proporcions correspondria a un contacte d'idees entre constructors ibèrics i arquitectes hel·lenístics, o bé que els mestres d'obra ibèrics

coneixerien el repertori de proporcions més emprat en la seva època. Aquest fet contrasta amb el que està ocorrent en el mateix moment al sistema defensiu emporità, així com en l'arquitectura focea occidental, on per una part es canvia el sistema de mesures adoptant el *pes oscus* i on, per altra part, en cap moment s'opta per aquesta proporció a les torres defensives, preferint altres solucions com és la proporció àuria en el cas de la colònia emporitana.

L'altre assentament ibèric proper a Emporion i on també hem plantejat una possible influència hel·lenística en el seu disseny constructiu és la torre del poblat fortificat del Mas Castellar de Pontós, datada al segle V aC, i on s'ha pogut identificar un dels primers casos d'adopció de la proporció àuria en l'arquitectura ibèrica. En aquest sentit, creiem necessari posar en relació aquesta construcció amb el sistema defensiu emporità on s'estaria emprant probablement des del segle V aC, si entenem el bastió oriental com pertanyent a la fortificació grega d'aquest moment.

Pel que respecta a la unitat de mesura que hem pogut identificar en el cas de la torre del Mas Castellar, el peu de 0,35 m és especialment present en el món oriental com a mínim des del segle V aC, tal i com es representa al relleu metrològic d'Oxford i a la taula de mesures d'Assos, a més de ser una de les poques unitats de mesura de les quals coneixem el seu nom i valor gràcies a la descripció d'Herodot. A la Mediterrània occidental la seva utilització s'ha proposat a Empúries, on s'ha identificat com l'element modular de la cadastració de la ciutat dels segles V-IV aC (Marzoli 2005, 217), així com a la implantació urbanística de Lattes, que es va configurant durant el segle V aC; on a partir del segle IV aC, les illes de cases es basen en un mòdul de 3,5 per 5,25 m (Garcia 1996, 20; 1999, 646-647).

En el cas dels assentaments ibèrics del País Valencià, la considerable distància respecte a l'òrbita focea fa que la possibilitat de rastrejar adaptacions metrològiques gregues en l'arquitectura ibèrica sigui més complicada. En qualsevol cas, com hem pogut apreciar l'ús del peu jònic de 0,296 m és el característic dels assentaments amb una fase constructiva que es pot emmarcar dintre del segle V aC, com és el cas del poblat ibèric de Sant Josep, l'atalaia del Puntal dels Llops, la Illeta dels Banyets, la regia de las Tres Hermanas, l'Alcúdia i probablement el Torrejón. En aquests casos, creiem llunyana la influència directa d'arquitectes d'origen oriental i pensem que l'adopció d'aquest sistema de mesures respon únicament a l'elecció de la unitat de mesura més emprada en cada moment, com és el cas del peu jònic durant el segle V aC. En aquest sentit, l'adopció a partir del segle IV aC de la principal unitat d'aquest moment com és el *pes oscus* als sistemes defensius de la Bastida de les Alcusses, el

Molón vindria a refermar aquest plantejament. Una excepció a aquest model pot ser l'assentament costaner de la Picola de Santa Pola on els treballs efectuats per P. Moret i A. Badie han descobert un petit assentament fortificat datat aproximadament al 430 aC, i on l'anàlisi de les estructures conservades i les toves han mostrat un estricte esquema regulador basat en el peu jònic de 0,296 m, emprat en forma de braça de 6 peus (Badie i Moret 1998). En aquest cas, l'originalitat de l'esquema constructiu i l'adaptació clara d'un esquema previ sí que ha portat a considerar una probable model comú foceu, seguint probablement l'esquema de colònies costaneres massalotes com pot ser el cas d'Arles, Olbia de Provença, Agde o Antípolis (Bats 2004). Malgrat això, com bé ha apuntat H. Tréziny, aquest esquema propi de les colònies marítimes quadrangulars no s'identifica únicament en el context foceu, sinó també té paral·lels en el món fenici com les colònies d'Olbia i Lilibeu i, fins i tot, en el món romà com pot ser el cas de la colònia romana de Pyrgi, dintre d'una koiné hel·lenística que caracteritza tota la Mediterrània occidental (Tréziny 2006, 168-169).

#### 5.2.2 Metrologia grega i indígena en els assentaments del sud de la Gàl·lia

Dintre d'aquest apartat centrarem la nostra atenció en l'estudi dels sistemes mètrics presents a l'urbanisme i l'arquitectura dels *oppida* del sud de la Gàl·lia, en especial a la zona compresa entre els rius Hérault i Var, que s'identifica actualment amb les regions del Languedoc-Roussillon i la de Provence-Alpes-Côte d'Azur. En aquesta zona, la fundació i posterior desenvolupament de la ciutat focea de Massàlia (Marsella) ha tingut un paper fonamental en l'articulació de tot el territori i ha marcat una forta empremta de tradició hel·lenística en les cultures indígenes del seu voltant. En aquest sentit, la metrologia no ve sinó a refermar aquesta adscripció filogrega, tot i que adaptada als seus esquemes urbanístics i constructius, tal i com esdevé en gran part de l'arquitectura ibèrica.

Abans d'entrar a valorar les diverses propostes de restitució metrològica arquitectònica als assentaments de la Gàl·lia meridional, creiem necessari valorar altres elements que proven l'existència d'un sistema metrològic, com són les taules de mesura, així com possibles dissenys constructius previs.

Com hem pogut apreciar en el cas de la metrologia grega oriental i en el de la metrologia púnica en època romana, una font fonamental de coneixement dels diversos sistemes de mesures establerts i estandarditzats són les taules de mesures. En el cas de la Gàl·lia volem comentar, per la seva excepcionalitat, l'aparició d'una *mensa ponderaria* per al control de les mesures de grans recuperada a l'*oppidum* de

Bramefan (Puylobier) (fig. 157). En aquest assentament, situat a la muntanya de Sainte-Victoire, als afores d'Aix-en-Provence, s'han realitzat uns sondejors (Bofinger *et al.* 2000) que han documentat una primera fase d'ocupació datada entre els segles VI i V aC, a la qual no s'associa cap estructura constructiva, i una fase principal datada entre el 125 i 50 aC. La fundació d'aquest nou assentament es relaciona amb la presa de l'*oppidum* d'Entremont, cap a finals del segle II aC, i l'establiment de la guarnició romana d'*Aqua Sextiae* al 122 aC, que va comportar la integració forçada del contingent indígena dintre de l'òrbita econòmica romana.

La taula de mesures és realitzada en pedra calcària i es caracteritza per la presència de dues obertures circulars i de secció ovalada, de 21 i 18 centímetres d'amplada, respectivament (Bofinger *et al.* 2000, 91). L'obertura inferior és de 10 cm d'amplada, que ens porta a pensar que aquests forats serien més destinats a encabir dos recipients, que no pas per dipositar-hi directament la matèria primera. La seva recuperació en un context diferent al de la resta de taules de mesura, com hem esmentat, reforça l'excepcionalitat d'aquesta troballa i deixa oberta la interpretació d'aquest descobriment. Es plantegen dues possibles interpretacions: per una part, que es tracti de la representació d'un sistema de mesures de volum gal preromà, ubicat a un dels seus nuclis principals i que hauria estat amortitzat com a material constructiu posteriorment o bé, que sigui un control de mesures d'època romana amb una voluntat de legislació de les mesures de gra.

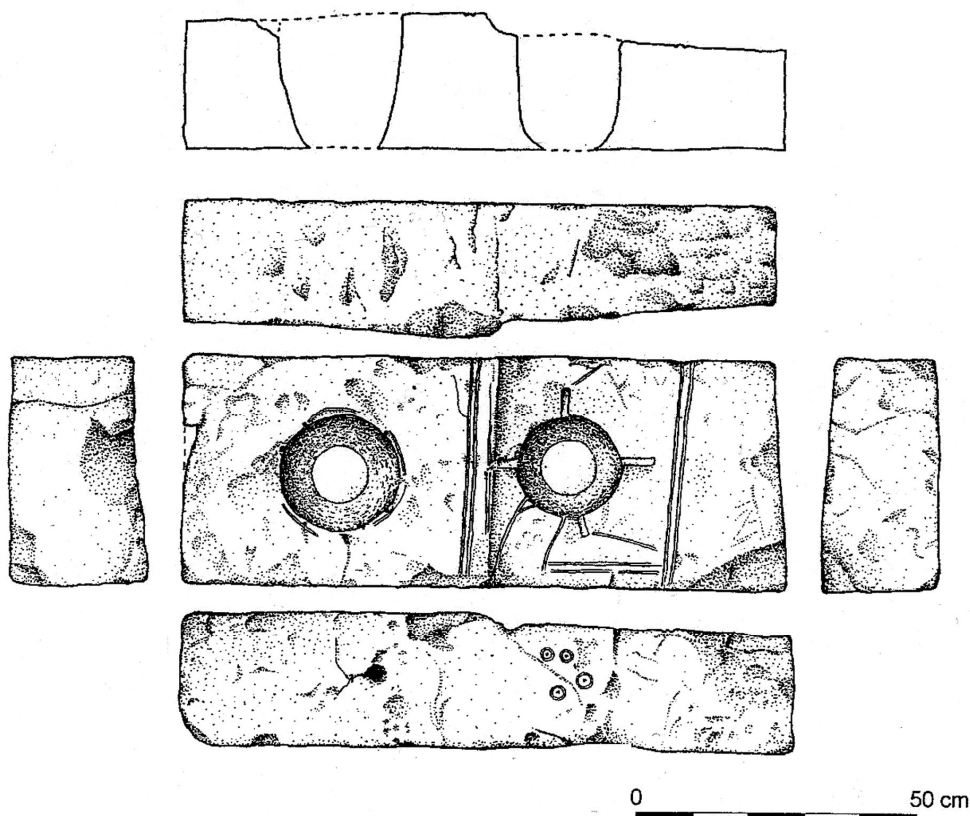


Figura 157. Representació de la taula de mesures de Bramefan (extret de Bofinger et al. 2000, 92).

Per altra part, al sud de la Gàl·lia s'han recuperat diversos dissenys arquitectònics representats en elements constructius. Aquests tipus de representacions són comunes durant l'antiguitat. Així, podem trobar representacions de temples mesopotàmics com el de Gudea datat al 2100 aC, o els palaus acadis com el de Naramsin a Tell Braq, on s'aprecia com la planta està estandarditzada i respectant un sistema modular constructiu. L'exemple més probable de representació d'illes de cases és un gravat a un *dolium* mal cuit trobat a l'oppidum gal de La Cloche (Chabot 2004, 67), on les possibles cases estan separades per parets mitgeres i es graven també dos carrers paral·lels (fig. 158). Aquest senzill gravat podria representar un plantejament urbanístic o uns possible plans de restitució, que es pot assimilar a algun dels barris interns de l'assentament. En la mateixa línia cal situar un disseny sobre pedra que representa el santuari gal de Corant, datat al segle I aC; aquesta planta novament de caire molt esquemàtic podria correspondre a un esbós preparatori executat pel mestre d'obra pel seus obrers (Poux et al. 2005, 54) (fig. 159).

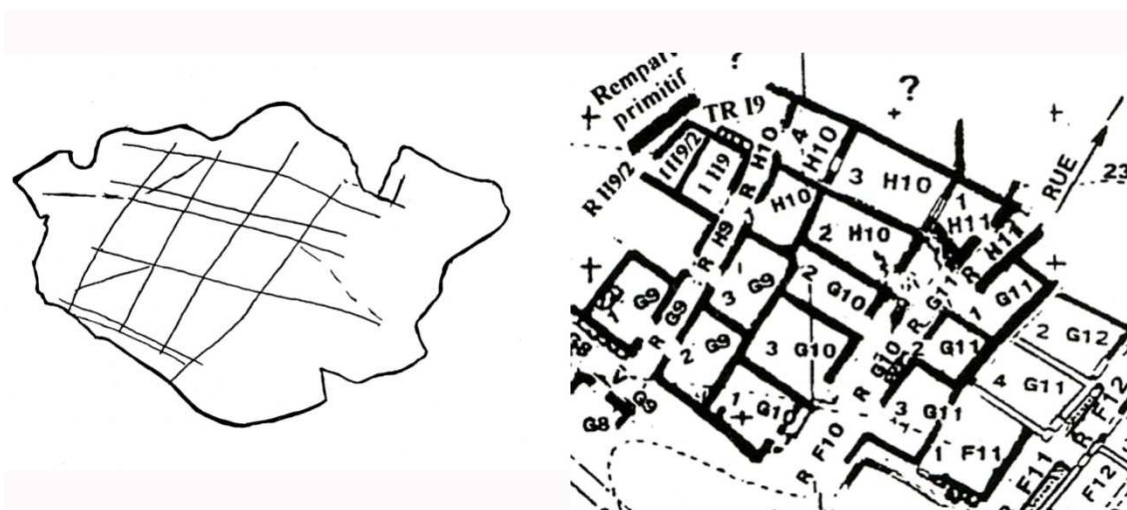


Figura 158. Recreació del disseny gravat a un dolia recuperat a l'oppidum de la Cloche (esquerra) i planta de l'urbanisme interior de l'assentament (dreta) (extrets de Chabot 2004).

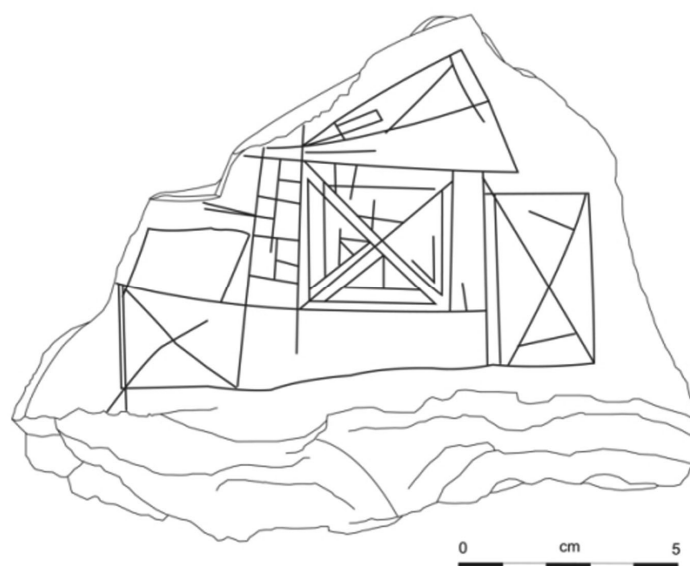


Figura 159. Representació del disseny arquitectònic del santuari de Corant (extret de Poux et al. 2005, 53).

L'altre possible disseny o més bé al·lusió arquitectònica documentat arqueològicament a la Gàl·lia és un bloc de pedra descobert a l'assentament indígena de Verduron, al nord de Marsella, on s'aprecien clarament una torre rectangular, i el pany de muralla a una distància inferior, ambdós coronats per merlets (fig. 160).

Aquest gravat és important perquè representa iconogràficament per primera vegada l'elevació d'un *oppidum* indígena o bé de Marsella (Garcia 2004, 142). La recuperació als *oppida* de Saint-Blaise i Glanum de merlets semicirculars pertanyents probablement a l'elevació de la fortificació sembla indicar que probablement, aquest tipus de coronament seria corrent a l'arquitectura defensiva gallogrega en època



hel·lenística. Tradicionalment, aquestes representacions de merlets semicirculars s'ha posat en relació amb l'elevació de les muralles d'arrel feniciopúnica, ja que estan ben representats a les pintures funeràries púniques de la necròpolis de Kerkouane (Prados 2008, 54, fig. 11). Els dos primers gravats es poden posar en relació amb els dissenys en pla o *ichonographia*, mentre que el darrer exemple es relacionaria amb un disseny en elevació o *orthographia*.

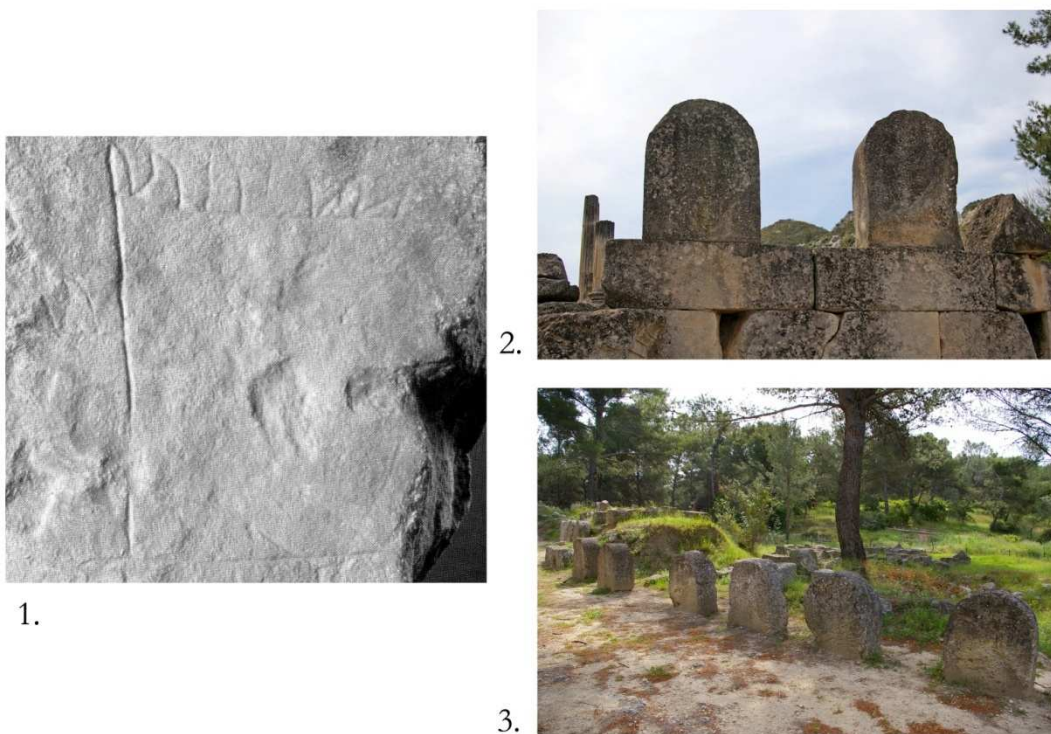


Figura 160. 1. Gravats incís recuperat a l'assentament indígena de Verduron amb la representació d'una muralla o torre defensiva coronada de merlets (extret de Garcia 2004, 138); 2. Merlets disposats a la muralla de l'oppidum de Glanum; 3. Merlets recuperats a l'assentament de Saint-Blaise.

En darrera instància al món de la Gàl·lia meridional han estat realitzats estudis aplicats a la geometria dels parcel·lars rurals proposant que el peu de 0,35 m i el colze derivat de 0,52 m seria la base geomètrica de la distribució geomètrica del territori rural fins la sistematització del peu romà (Guy 1996, 188). El mateix autor ha proposat també que aquesta sistematització afectaria també a la distribució del territori de la necròpolis indígena d'Agde datada als segles VII-VI aC. Aquest estudi sobre les dimensions i relacions dels parcel·lars ha estat la base d'una part dels treballs sobre metrologia de la Gàl·lia (Garcia 1999; 2004), així com en altres recerques que s'han efectuat sobre parcel·lació del territori ibèric amb anterioritat a l'arribada romana (González Villaescusa 2003). El plantejament d'aquesta anàlisi indica la preeminència de la unitat de mesura de 0,35 m en els parcel·lars abans de la imposició dels

sistemes de mesures romans. Conjuntament amb això es planteja l'aparició del peu de 0,296 lligat amb el colze de 0,525 m, ja que la diagonal d'un quadrat de 2 colzes presenta un valor de 0,296 m (Guy 1996, 189). Aquest apartat ha fet que es considerin totes aquestes mesures com a formant part d'un mateix sistema, en una relació d'abstracció geomètrica complicada. Per la nostra part creiem, que la fixació de la relació entre les dues unitats de mesura s'ha de situar en un moment avançat de l'imperi romà, com queda reflectit a la coneguda taula de mesures de Leptis Magna (Ioppolo 1967; Barresi 1991), i sobre la qual no ens estendrem més aquí. La fixació d'aquesta relació seria buscada per part dels governadors romans, per tal de poder establir una correspondència entre la unitat de mesura imperial (el *pes monetalis*) i les diferents unitats característiques de l'Àfrica preromana, que la romanització no abandona, sinó que adapta als seus esquemes. De la mateixa manera, no s'identifica una relació antropomètrica clara entre el colze de 0,525 m i el peu de 0,296 m, ja que la relació colze-peu es marca per una proporció 2 a 3, de manera que el colze que s'associa al peu de 0,296 m ha de tenir un valor aproximat de 0,45 m.

Per l'estudi de la metrologia gala meridional ens hem valgut de les planimetries publicades i de les detallades descripcions de les publicacions, a més de la comprovació *in situ* d'aquests plantejaments, sempre que ha estat possible. A diferència del que ocorre amb el nostre estudi de la metrologia ibèrica, l'anàlisi dels sistemes de mesures gals es basa principalment en l'estudi del plantejament urbanístic, i en menor mesura en l'anàlisi de l'esquema constructiu de l'arquitectura militar. El gran avantatge és que es disposa d'un nombre considerable d'assentaments excavats en extensió, on ha estat possible identificar-ne les fases constructives i que en la majoria dels casos mostren un plantejament urbanístic que es basa en l'existència de lots d'habitació (normalment mòduls de cases simples o dobles), que estan seguint un esquema inicial preconcebut. Serà aquest el cas com veurem de Lattes des del segle V aC i, que és especialment present durant la protohistòria recent (segles III-I aC) on s'imposa un urbanisme ortogonal i racional, gairebé hipodàmic. Aquest esquema es veurà truncat i modificat per la conquesta de César i la caiguda de Marsella al 49 aC., amb la creació de les noves colònies romanes que imposaran la utilització del sistema metrològic romà.

El primer estudi sobre metrologia als *oppida* de la Gàl·lia meridional correspon a l'anàlisi de les unitats de mesura presents a **Glanum** (Saint-Rémy-de-Provence) (Roth-Congès 1985). Aquest estudi s'ha centrat en les estructures arquitectòniques i d'hàbitat pertanyents al moment fundacional galogrec de l'assentament (segles II-I

aC). Destaca especialment l'anàlisi de *la maison de Sulla*, on s'ha pogut identificar el seu esquema constructiu i, la unitat modular que després es retrobarà a la resta d'estructures d'aquest moment. La planta de la casa té unes mides de 17,05 per 15,39 m, el que s'ha plantejat com a 60 per 54 mòduls de 0,285 m (Roth-Congès 1985, 193) (fig. 161). Aquest model mostraria la utilització de la braça de 6 peus i *l'amma* de 60 peus de costat com a sistemes modulars, mentre que també ha estat plantejada la utilització de la proporció d'arrel quadrada de 2 per al temple XVIIIa (Roth-Congès 1985, 220). L'anàlisi metrològica realitzada posteriorment de la *maison des Antes* ha vingut a confirmar la utilització d'aquesta unitat de mesura aplicable tant a la seva planta (120 per 80 peus), com a l'amplada dels murs i altres elements arquitectònics (Van de Voort 1991, 8-9). El problema que trobem en aquesta modulació és la seva no adopció a cap altre assentament gal, el què ha fet que es proposi aquesta unitat com a "peu glànic". De moment, aquesta unitat proposada a Glanum no ha estat identificada a cap altre assentament de la Gàl·lia meridional, el que fa que hàgim de ser prudents en aquesta interpretació.

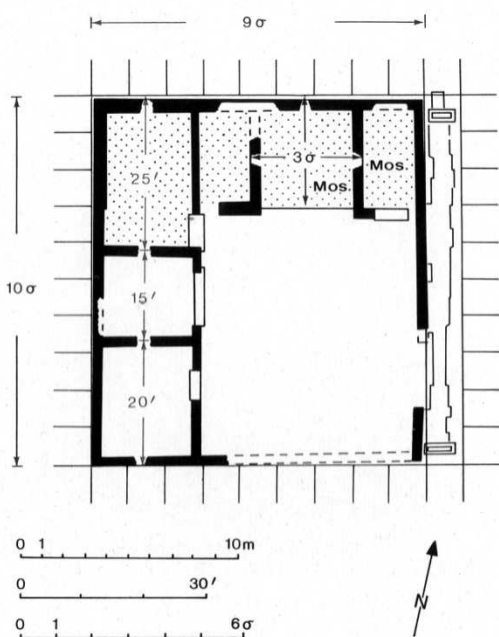


Figura 161. Interpretació metrològica de la casa de Sulla de Glanum (esquerra) (extret de Roth-Congès 1985, 192). A la dreta fotografia general actual de les restes de la Maison de Sulla.

En qualsevol cas, per a la metrologia de Glanum altres estudis han plantejat també la utilització del colze sami de 0,52 m a la porta fortificada de l'assentament (Tréziny 1989, 35) (fig. 162). L'ús d'aquesta unitat de mesura posaria la metrologia de Glanum dintre del context de la metrologia focea característica de l'època tardohelenística (segle II aC), tal i com s'ha identificat en els casos de Massalia i Emporion. El balanç

Per altra part, l'esquema constructiu de la porta amb una torre quadrangular és bastant semblant al model constructiu de les portes hel·lenístiques d'Emporion, Marsella o de l'assentament indígena de Saint-Blaise (Tréziny 1989, 25), tots ells datats en un mateix moment. Aquesta similar solució constructiva ens fa plantejar el dubte de l'existència d'un peu glànic aplicat al sistema defensiu, on valorem la influència o plantejament directe per part de constructors massaliotes, o bé formats a la ciutat focea.

Com hem esmentat abans, la majoria dels estudis mètrics aplicats a l'urbanisme corresponen al període comprés entre els segles III i II aC quan s'imposa un model constructiu de distribució de l'espai en lots regulars, seguint un esquema modular que té els paral·lels més propers a les colònies massaliotes d'Olbia de Provença i Agde datades entre els segles V i IV aC. Els dos assentament que mostren més clarament aquest esquema són el de Castels a Nages, a prop de Nîmes i, el de l'*oppidum* d'Entremont, als afores d'Aix-en-Provence.

A **Lattara** (Lattes, Hérault), les excavacions en extensió amb metodologia moderna han permès identificar i individualitzar les diferents fases d'ocupació i urbanes des del segle VI aC. Els estudis realitzats per Dominique Garcia sobre el desenvolupament urbà mostren una primera distribució de l'espai de forma racional amb lots de cases regulars des de mitjans del segle V aC (Garcia 2004, 155).

L'anàlisi metrològica realitzada ha identificat la utilització d'un mòdul constructiu d'espai habitable de 3,5 per 5,25 m vigent des del segle IV aC, al qual s'ha de sumar l'amplada dels murs que és de 0,6 m, fins a configurar una superfície exterior de 4,7 per 5,25 m (Garcia 1996, 20; 1999, 646-647). Aquest mòdul s'usaria tant per les unitats d'habitacions simples com per a les illes dobles que multiplicarien aquest valor. En els primer treballs, quan es fa esment de la unitat de mesura que s'estaria emprant es parla indistintament d'un peu de 0,35 i un colze de 0,525 m (Garcia 1999, 645) (fig. 163). Aquest fet pot portar a confusió i a fer pensar que existeixen dues unitats modulars diferents, quan en realitat totes dues mesures pertanyen a una mateixa unitat de mesura que es correspon amb el colze sami, tal i com hem esmentat anteriorment. Posteriorment, s'ha plantejat que l'amplada dels murs de 0,6 m i l'amplada de 2,90 m del frontal d'algunes estances podrien estar evidenciant l'ús d'una unitat de 0,296 m, de manera que s'estarien emprant dues unitats de mesura diferents dintre d'un mateix plantejament urbanístic (Garcia 2004, 158).



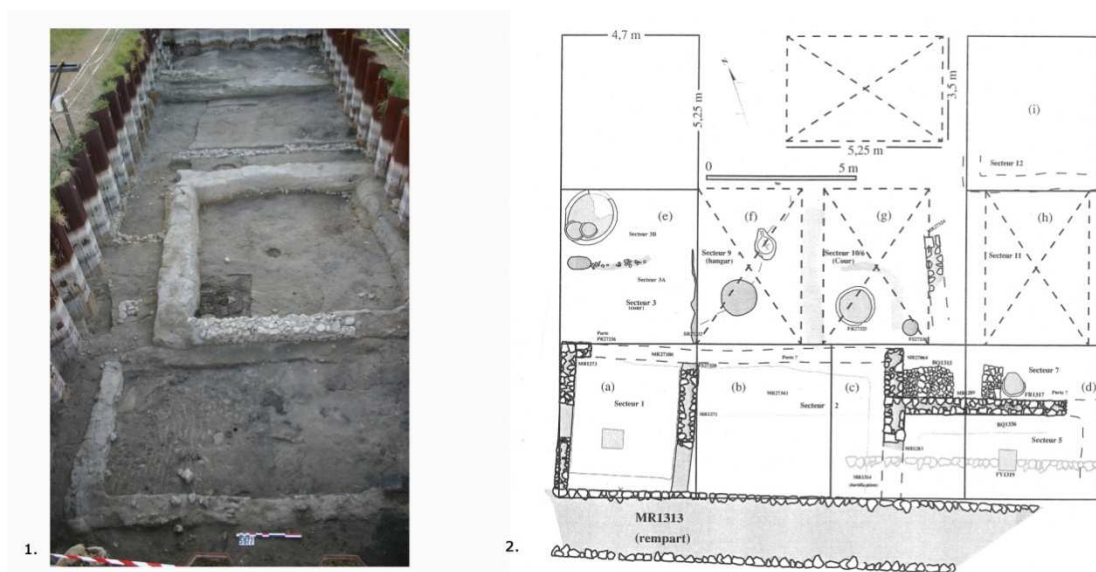


Figura 163. 1. Vista zenital dels nivells corresponents a la zona 1 a mitjans del segle V aC (fotografia cedida per Carme Belarte); 2. Esquema urbanístic de l'assentament de Lattes a finals del segle V i inicis del segle IV aC, amb la seva proposta de restitució metro Lògica (extret de Garcia 1999, 642)

Un altre oppidum indígena, on ha estat possible fer aproximacions metro Lògiques és l'assentament de **“Le Port” a Salses-le-Château**, situat a la plana del Rosselló i datat durant el segle V aC. En aquest indret, les excavacions efectuades des de la seva descoberta fortuïta al 1989 ens mostren un nucli portuari que va tenir una curta vida, ja que va ser abandonat a finals del segle V aC, el que he permès apreciar sense pràcticament variació l'esquema urbanístic inicial (Ugolini 2003). A partir de les mesures de les toves, l'amplada dels murs i la distribució de l'hàbitat, s'ha proposat la utilització com a unitat modular d'un peu de 0,296 m, o bé un colze de 0,40 m (Ugolini 2003, 32) (fig. 164). Aquest primer estudi, que es considera preliminar, no es decanta per cap de les dues propostes i deixa obertes les dues hipòtesis. Seguint les mesures que es donen a la publicació de les restes, la nostra proposta de restitució de la metrologia de l'assentament ens porta a considerar com a unitat modular el peu de 0,296 m. Les mesures de les toves, tot i la seva variabilitat, mostren una preponderància de les relaciones entre la llargada i l'amplada de 0,45 per 0,30 m, el que s'ha de posar en relació amb 1,5 per 1 peu. De la mateixa manera, els murs mostren també una amplada constant de 0,45 m i una llargada freqüent de 4,4 m, que es correspon a 1,5 peus de 0,296 m. Per altra part, no cal sinó considerar que el colze de 0,40 m és desconegut a la resta de la Mediterrània occidental i, abans de plantejar com un *unicum* aquest assentament creiem més plausible la utilització com a unitat de mesura del peu de 0,296 m, que al mateix temps és el mòdul que trobem repetit més sovint al context grec i indígena durant el segle V aC.



Figura 164. Planta general de les restes de l'assentament de Le Port amb superposició d'una graella basada en 10 peus de 0,296 m (segons Ugolini 2003, 29).

En els primers moments del segle V aC hem d'esmentar també la reestructuració de l'assentament protohistòric d'**Arles**, indret comercial i portuari de primer ordre a la vora del Roine. Sobre una promontori rocós situat a la desembocadura del riu es va situar una petita ocupació celto-ligur durant el segle VI aC (Arcelin 2000, 9), que serà substituïda cap a inicis del segle V aC amb la creació d'un empori massaliota<sup>88</sup>. Les excavacions de salvament efectuades a la zona anomenada *Jardin d'Hiver* han permès conèixer l'evolució urbana de l'assentament entre els segles V i II aC. En aquesta zona hi trobem una primera implantació urbana regular organitzada a partir d'illes de cases de 23,2 a 23,3 m d'amplada, dintre de les quals s'organitzen dues cases d'aproximadament 11 m d'amplada i separades per un espai obert allargat. Aquestes illes estan separades entre si per uns carrers laterals de 5 m d'amplada. L'ordenació urbana es mantindrà sense modificacions fins a l'abandonament de tot aquest sector a finals del segle II aC; únicament es realitzen reformes internes a

88 Sobre l'origen focu o indígena d'aquesta ocupació hi han discrepàncies. Tot i que la presència de materials grecs i l'estricta regularitat en l'ordenació urbana semblen evidenciar l'existència d'un nucli colonial grec cf. Arcelin 2008, probablement la Theline esmentada per Aviè "S'alça allí, la ciutat d'Arelat, anomenada Teline en èpoques passades, quan l'habitava gent grega" Aviè, *Periple-Ora Marítima*, 690, pàg. 108, edició de P. Villalba, Bernat Metge, Barcelona, 1986.

l'habitatge amb l'ocupació dels antics espais oberts, però mantenint l'esquema ortogonal característic de la primera ocupació.

La regularitat del seu esquema constructiu s'ha de posar en relació indubtablement amb les fundacions colonials massaliotes d'Olbia i Agde, amb les quals comparteix el plantejament de les illes de cases allargades i separades per un espai interior. En el cas d'Olbia l'amplada dels lots és de 24,4 m, el que es pot posar en relació amb el que es conserva a Arles. L'estudi metrològic sembla refermar aquest paral·lelisme. D'aquesta manera, l'amplada de les cases al voltant de 11 m es pot posar en relació amb 40 peus de 0,275 m, mentre que l'amplada total de les illes de cases de 23,3 m es podria correspondre a dos cops l'amplada de les cases, és a dir 80 peus, més 5 peus corresponents a l'amplada de l'espai interior (85 peus) (fig. 165). De la mateixa manera, l'amplada dels carrers d'aproximadament 5 m es correspon amb 18 peus o 3 brases gregues. L'aplicació d'aquesta unitat de mesura sembla confirmada per l'aparició d'un mòdul de tova *in situ* amb una llargada de 0,415 m, que es correspon sens dubte a un peu i mig de 0,275 m (Tréziny 1989, 18; Arcelin 2000, 20).

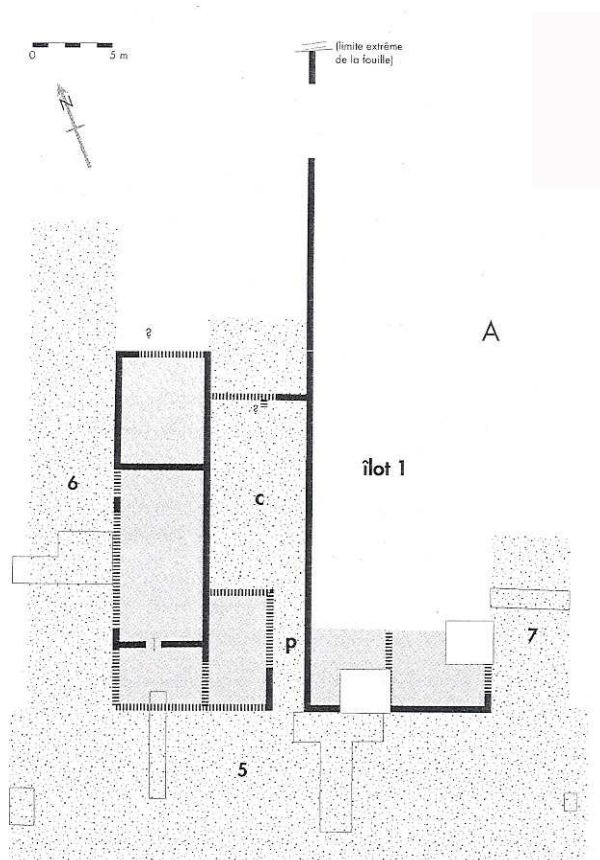


Figura 165. Planta de l'assentament d'Arles en el moment corresponent a la implantació colonial grega amb una illa de cases de 80 peus d'amplada (segons Arcelin 2000, 12).



El pla urbanístic de l'oppidum de **Castels** a Nages-et-Solorgues (mitjans del segle III aC) mostra un estricte plantejament regular, seguint un esquema hel·lenístic basat en lots de cases allargats separats per carrers (Py 1978, 150). El disseny constructiu està marcat per la presència de llargues *plateiai* paral·leles que recorren est-oest i que delimiten l'espai destinat a les estructures domèstiques i als espais públics, com pot ser el cas del *fanum*. Tal i com esdevé a Lattes, la distribució del sòl disponible per l'hàbitat hauria estat definida des d'un primer moment, mentre que les posteriors reformes urbanístiques s'haurien apropiat de part de l'espai públic de l'assentament. Segons M. Py, la distribució inicial de l'assentament respon a una intervenció d'una autoritat política que hauria imposat aquest esquema general (Py 1978, 153). El paral·lel més directe del disseny constructiu de l'hàbitat de Nages és la distribució dels lots de Lattes on es planteja una evolució de la trama urbana molt semblant, pel que respecta la definició dels lots simples i dobles (Garcia 2004, 158-159). Com ha apuntat aquest autor, l'organització geomètrica i racional de l'assentament en lots allargats simples o dobles permet una gestió racional de l'espai per edificar (Garcia 2004, 160), el que únicament és possible en assentaments de nova construcció, o bé on es produeix una reforma integral de l'assentament dirigida per un poder central que planifica el disseny constructiu, condicionada sempre per una orografia plana. Pel que respecta a la metrologia constructiva, l'estricta regularitat ha estat estudiada per H. Tréziny, qui proposa la utilització d'una unitat modular de 0,275 m, que correspondria a un mòdul dels lots de 27 peus (7,5 m), mentre que els murs tindrien una amplada de 2 peus (0,55 m) i els carrers 9 peus (2,5 m) (fig. 166).

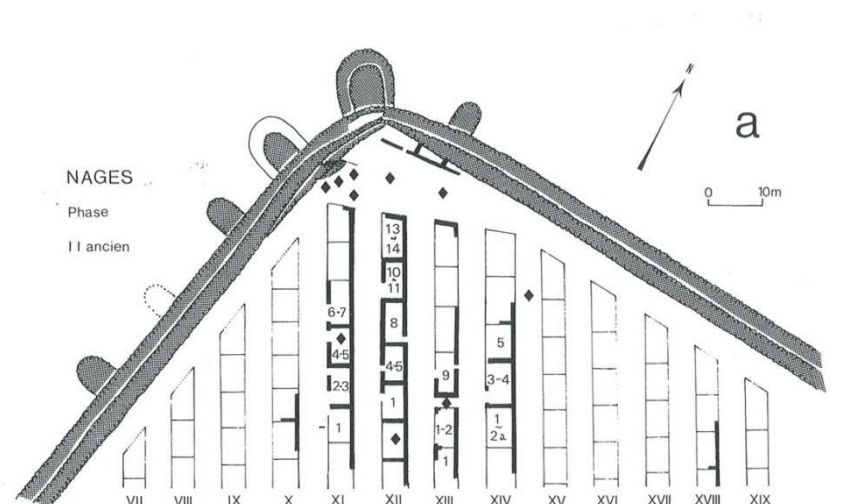


Figura 166. Planta de la zona nord de l'oppidum de Nages corresponent a la fase II antiga, quan es defineix la retícula urbana base de l'assentament, a partir de carrers amples paral·lels i illes de cases allargades (extret de Py 1978, 154).

Aquesta unitat constructiva es correspon amb la metrologia característica dels assentaments focuus occidentals com és el cas d'Olbia de Provença, Agde o Empúries, durant el segle IV aC; així com d'assentaments indígenes com Saint-Blaise, el Castellet de Banyoles o la Bastida de les Alcusses, datats entre els segles IV i III aC.

A finals del segle III aC hem d'esmentar també l'assentament de **Le Verduron**. Aquesta petita ocupació dels saliens (aproximadament 1250 m<sup>2</sup>) se situa als voltants de Massàlia i guarda un gran paral·lelisme amb l'assentament d'Entremont (fig. 167), la probable capital de la confederació saliana. El recent estudi modular realitzat en aquest indret ha mostrat com l'organització interna respon novament a una disposició d'illes simples adossades a la muralla i illes dobles en l'espai central, tot seguint un esquema geomètric racional previ (Badie i Bernard 2008, 298).



Figura 167. Vista des del nord del barri interior de l'assentament de Le Verduron.

## Influència metrològica colonial en el món indígena occidental



Figura 168. Restitució modular de l'assentament (segons Badie i Bernard 2008, 295).

L'avantatge de disposar de la planimetria completa de l'assentament, fruit de la seva completa excavació, juntament amb el fet de documentar únicament una fase constructiva ha obert la possibilitat de plantejar un estudi global del disseny i la seva projecció. A diferència del que ocorre a Entremont, on la plataforma on es disposa l'assentament és gairebé plana, en aquest cas, la disposició està totalment adaptada al desnivell, gràcies a la construcció d'un gran mur de terrassament i la disposició del seguit d'estances seguint una inclinació de 15°. L'estudi realitzat pels investigadors a partir de l'anàlisi de les principals mesures proposa la utilització d'un mòdul general de 3,95 m, que correspon a cadascun dels blocs quadrangulars simples que es van projectant contínuament fins a configurar la totalitat de l'hàbitat. La mateixa restitució és aplicable al bastió de l'entrada, que es correspondria amb un quadrat de 3 mòduls de costat (Badie i Bernard 2008, 296). En aquesta restitució no ha estat identificada, de moment, cap unitat constructiva clara, però és planteja com a hipòtesi una unitat d'un peu de 0,329 m, que correspondria a un mòdul de 12 peus o 2 brases (fig. 168).

En darrera instància, un esquema similar al de l'assentament de Nages i al de le Verduron és l'*oppidum* d'**Entremont** a Aix-en-Provence. En aquest jaciment datat durant el segle II aC es pot apreciar una implantació defensiva quadrangular, seguint l'esquema de les colònies marítimes mediterrànies (fig. 169), on posteriorment es distribueix l'espai a edificar a partir d'illes de cases lleugerament trapezoïdals, que alhora es divideixen interiorment en mòduls quadrangulars. Aquest esquema racional és especialment present al primer recinte, conformat per illes de cases quadrangulars



de 24 m de costat, separats per carrers de 3 m d'amplada, mentre que a la seva vegada cada quadrat es divideix en dos lots de cases per un carrer de 3 m d'amplada (Tréziny 1989, 37) (fig. 170).



Figura 169. Vista del barri central de l'aldea alta d'Entremont on s'aprecien els blocs quadrangulars simple i dobles.

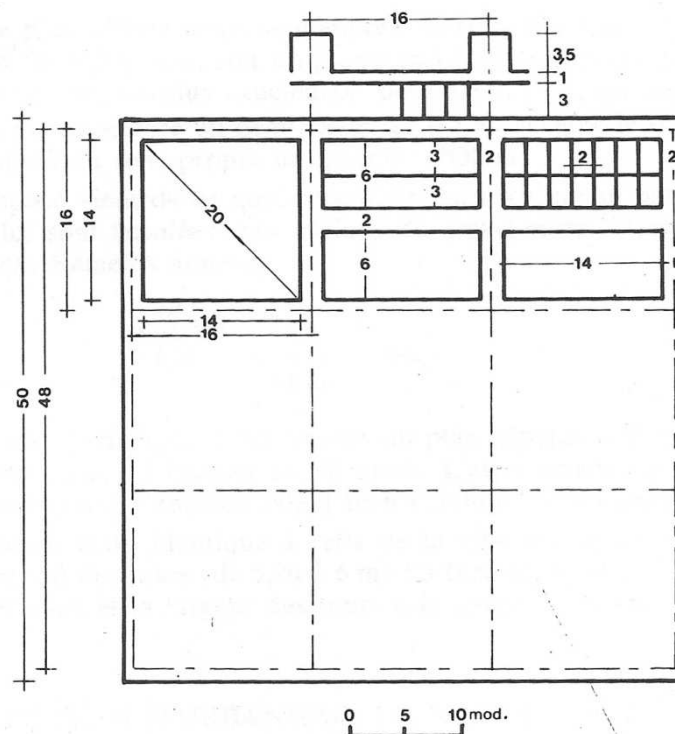


Figura 170. Esquema modular d'implantació de la vila alta d'Entremont expressat en mòduls (segons Tréziny 1989, 38)

A Entremont s'ha proposat la utilització d'un mòdul constructiu situat entre 1,645 i 1,687 m, amb una mitjana de 1,65 m, i que correspondria a una braça de 6 peus de 0,275 m (Tréziny 1989, 38). La comparació amb l'assentament de le Verduron mostra la utilització d'un mateix disseny constructiu inicial, però amb una unitat modular diferent (mòdul de 1,65 m per mòdul de 3,95 m). La utilització del *pes oscus* a Entremont mostra una continuïtat del sistema de mesures característic dels segles IV i III aC, dintre del segle II aC on, per altra part, al context hel·lenístic massaliota i emporità s'opta per una unitat constructiva de 0,52 m. Podem plantejar, en aquest sentit, una perduració de la metrologia i l'arquitectura indígenes, que contrasta amb la metrologia hel·lenística i que mostra una evolució paral·lela de totes dues tradicions arquitectòniques, sense una influència directa de l'una amb l'altra en els moments tardans.

Una altra font d'informació per a la identificació de la metrologia indígena són les mesures de les toves. El problema fonamental per aquesta anàlisi és el volum de dades analitzables mètricament, ja que en la majoria dels casos l'estat de conservació de les toves és fragmentari. A la Gàl·lia meridional, afortunadament es disposa d'un assentament on la conservació de les toves ha estat excepcional. És aquest el cas de l'assentament de l'illa de Martigues, fundat a inicis del segle V aC i, que va patir un incendi general poc de temps després de la seva fundació (Chausserie-Laprée 2005, 97), probablement el jaciment gal que ha permès conèixer millor l'arquitectura domèstica (Chausserie-Laprée *et al.* 1984, Chausserie-Laprée i Nin 1987; Chausserie-Laprée 2005). Com ha estat apuntat l'amplada de les toves es situa normalment entre 0,28 i 0,32 m, amb un nombre major de casos entre 0,29 i 0,30 m. Aquesta regularitat de les mesures ha portat a identificar un peu d'aproximadament 0,295 m com a patró regulador (Tréziny 1989, 43).

## 6. La proporció en l'arquitectura ibèrica

### 6.1 Origen i evolució dels principals sistemes geomètrics de l'antiguitat: de Babilònia a Roma.

Històricament, en el món de l'arquitectura, les teories sobre proporció quasi sempre s'han relacionat amb les teories de l'estètica. El principals interès dels teòrics, especialment des de l'època moderna, és la reivindicació dels valors harmònics en que està basada l'arquitectura. En aquest període, s'estableix l'axioma que la proporció és causa objectiva de la bellesa, i sobre aquest principi es defineix la pràctica totalitat de les teories arquitectòniques posteriors, des de Palladio fins a Le Corbusier.

No és la nostra voluntat entrar a considerar els principis estètics associats a la història de l'arquitectura, ja que estaríem dintre del terreny de la teoria de la bellesa, que implica una visió idealitzada de l'obra, sense considerar la construcció en sí i el seu traçat regulador.

El nostre interès està centrat, per una part, en el coneixement matemàtic i geomètric de les societats antigues i, per altra, en l'estudi dels diversos sistemes de proporcions emprats a l'arquitectura antiga. La finalitat de la proporció en l'arquitectura és la de permetre la construcció de forma ordenada, coherent i el més econòmica possible. Tota proporció porta implícita una modulació. Aquests dos termes són indivisibles i dependents l'un de l'altre. El primer pas per la construcció de tota teoria de la proporció és considerar una mesura bàsica que serveixi de mòdul, a partir del qual es trobaran la resta de magnituds.

Hem d'entendre la proporció tal i com ens l'explica Vitruvi "Proporció és la correspondència entre les mesures de les parts d'una construcció amb el total, o entre coses relacionades una amb l'altra seleccionada com estàndard ... Sense simetria i proporció no poden haver-hi principis en el disseny de qualsevol temple"<sup>89</sup>.

Tota construcció, des de la casa més modesta fins al més gran dels palaus, per definició, porta intrínsec un traçat regulador i un esquema mental previ. La decisió de la planta i l'esquema de determinada obra és el reflex dels condicionants econòmics, tècnics i culturals de cada societat. És en el cas de les obres defensives i culturals on

---

89 Vitruvi, *Deu llibres d'Arquitectura*, III, 1, 1, op. cit., pàg. 58.

## La proporció en l'arquitectura ibèrica

es plasmen, en major mida, tots aquests condicionants, ja que concentren els principals esforços constructius de la comunitat.

### 6.1.1 Proporció àuria o d'extrema i mitja raó

Probablement la proporció que ha suscitat una major fascinació al llarg de tota la història ha estat la proporció àuria, també coneguda com a relació entre extrema i mitja raó. La seva representació gràfica es correspon amb la lletra grega  $\phi$  (phi) en honor a Fídies, ja que el nom d'aquest autor comença per aquesta lletra i tradicionalment s'ha atribuït al Partenó la utilització d'aquesta proporció. El misticisme associat a aquesta proporció és una invenció renaixentista, que s'ha mantingut gairebé fins a la primera meitat del segle XX, ja que s'atribueix a aquesta proporció una constant associació amb la natura.

El valor precís d'aquest número s'expressa mitjançant la fórmula:

$$\Phi = 1 + \sqrt{5} / 2 \approx 1.6180339887498948482045868343656381177203091...$$

Sobre l'origen d'aquesta proporció hi ha teories molt diverses (Ghyka 1992; Lawlor 1982), que situen l'origen del seu coneixement per part dels babilonis i els egipcis, tot i que les darreres revisions semblen indicar que aquestes apreciacions es deuen a un èmfasi numerològic que ha volgut donar una antiguitat a aquest sistema de proporcions (Livio 2008, 94).

Tal i com està comunament acceptat, la matemàtica i la geometria com a desenvolupaments racionals corresponen al món grec clàssic (Kline 1992; Livio 2008, 95). Amb anterioritat a la cultura hel·lena, durant el període acadèmic babilònic, es produeix un major desenvolupament de l'aritmètica, dintre d'un sistema numèric de base sexagesimal. En aquest període, la geometria es limitava a formes molt elementals, com una eina pràctica lligada sobretot a la distribució del terreny.

La noció actual del que s'entén com a proporció àuria té el seu origen en època medieval i moderna. Un dels principals descobriments relacionat amb la proporció àuria correspon al matemàtic Leonardo Pisano, més conegut com Fibonacci. En el seu llibre *Liber abaci* (1202), estudia la teoria dels càlculs i introdueix per primera vegada les xifres àrabs en aquests. A més dels avantatges de la numeració àrab, el llibre es centra en la comptabilitat mercantil on, mitjançant l'explicació d'un problema relatiu a la

reproducció dels conills<sup>90</sup>, Fibonacci obté una seqüència on cada terme és la suma dels dos que el precedeixen: 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, 377, 610... La ràtio d'aquesta seqüència s'aproxima progressivament al número auri 1,618. Així mateix, els primers números d'aquesta secció dividits per l'anterior s'aproximen a 0,618. La relació entre la secció àuria i la sèrie de Fibonacci va ser provada per Robert Simson al 1753, qui va descobrir que la relació àuria és més pròxima quan més ens apropem a l'infinit.

Correspon a Luca Pacioli la denominació de Proporció Divina, recollida a l'obra *De divina proportione* escrita a finals de 1498 ja que, segons aquest teòleg (1445-1514), els valors intrínsecs d'aquesta proporció mostren un origen diví i, per tant, és la relació més perfecta de totes.

Entre el segle XIX i XX l'intens moviment romàntic, lligat als corrents neoclassicistes de recuperació de l'essència clàssica en la pintura, escultura i arquitectura, porta a la idealització de la proporció àuria i la seva consideració estètica. En aquest sentit, és comuna la identificació de la seva utilització a les principals obres de l'antiguitat, fruit de la fascinació que aquesta proporció provoca com a reflex de la perfecció i l'ideal estètic i canònic. A aquest moment corresponen especialment les teories geomètriques dels rectangles dinàmics de Jay Hambidge (1920, 1924) i l'estudi de la proporció àuria en l'estètica i la natura de Matila Ghyka (1931). Tot i que aquestes teories s'han mantingut gairebé fins a l'actualitat, la revisió matemàtica dels principis estructurals d'aquestes propostes, realitzada principalment per Roger Herz-Fischler (1987, 1998), ha relativitzat i desmuntat matemàticament una gran part d'aquestes teories.

Una prova d'aquest misticisme que ha anat lligat tradicionalment a aquesta proporció és l'obra de Robert Lawlor de 1982, amb el ja suggerent títol de *Sacred Geometry: Philosophy and Practice*, on entre altres estudia el temple de l'Osirion d'Abydos que segons ell, està basat en l'esmentada proporció perquè "la proporció àuria és la idea-forma transcendent que deu existir *a priori* i eternament abans de totes les progressions que evolucionen en el temps i l'espai". Tal i com apunta Livio, les anàlisis geomètriques són artificioses i buscades, a més d'excessivament complicades per ser creïbles (Livio 2008, 78).

---

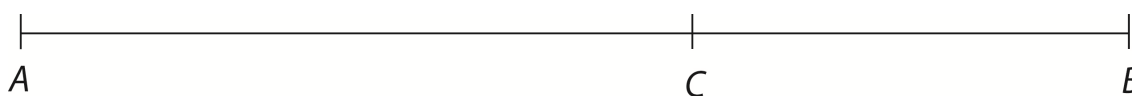
90 Fibonacci, *Llibre de l'àbac*, XII, edició de L. Sigler, Springer, Nova York, 2002.



## La proporció en l'arquitectura ibèrica

En l'arquitectura antiga, la concepció d'aquesta proporció és completament diferent, lluny de la càrrega mística i centrant-se únicament en el seu component geomètric. La primera definició exacta del que correspon exactament a la Proporció Àuria correspon al matemàtic alexandrí Euclides, qui va establir les seves bases a la seva obra magna *Els Elements*, cap a finals del segle IV aC, probablement recollint algunes teories anteriorment conegudes.

«Es diu que un segment està dividit en mitja i extrema raó quan el segment total és a la part major com la part major és a la menor»<sup>91</sup> (fig. 171).



$$AC/CB=AB/AC$$

Figura 171. Definició euclidiana i divisió d'un segment en extrema i mitja raó.

Amb anterioritat als preceptes euclidians és molt probable que els pitagòrics tinguessin ja coneixement d'aquesta proporció a mitjans del segle V aC. La preocupació pitagòrica pel pentagrama i el pentàgon, que estan a la base de la relació àuria, juntament amb el coneixement geomètric i l'interès pels nombres naturals va possibilitar als pitagòrics la descoberta de la incommensurabilitat i, amb aquesta la proporció àuria. El seu descobriment s'ha atribuït a Hipàs de Metapont, qui va provar l'existència dels nombres irracionals, el que contrasta amb les bases pitagòriques que intentaven reduir el coneixement als nombres racionals (Kline 1992; Livio 2008, 57).

La divisió entre extrema i mitja raó es troba en la base de la plasmació geomètrica del pentàgon. Així, aquesta proporció figura en una vintena de proposicions d'Euclides: II, 11, IV, 10, 11, 12, 13, 14, VI, 30, XIII, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 11, 16, 17, 18. Aquestes proposicions relaten les propietats dels costats dels hexàgons, els pentàgons i la construcció del dodecaedre. És en la proposició 30 del VI llibre quan es resol el problema de tallar una línia recta en extrema i mitja raó, és a dir, en secció àuria<sup>92</sup>,

---

<sup>91</sup> Euclides, *Els Elements*, II, 11, pàg. 53, edició de J. Itard, Albert Blanchard, Paris, 1966.

<sup>92</sup> Euclides, *Els Elements*, VI, 30, op. cit., pàg. 174.

mentre que al llibre II proposició 11 resol el problema de tallar una recta de tal forma que el rectangle resultant i un dels segments sigui equivalent al quadrat de l'altre.

La proposició VI, 30 és demostrable mitjançant el mètode pitagòric d'aplicació d'àrees, i llavors remetria el coneixement d'aquest sistema de proporció al moment de redescobriment de la irracionalitat numèrica i geomètrica per part del món grec. Com indica Caveing, és molt possible que els geòmetres pitagòrics intentessin evitar recórrer a proporcions complicades i es basessin en l'ús del gnòmon o addició d'àrees, considerant les equivalències entre rectangles i quadrats, més que les relacions entre línies (Caveing, 1998, 109).

Així, les primeres demostracions purament geomètriques basades en l'equivalència d'àrees i l'ús del gnòmon remetria a la segona meitat del segle V aC, fruit d'un període inicial de proves i experimentacions intuïtives datat a finals del segle VI aC.

La figura geomètrica que més ens interessa per al nostre estudi és el rectangle auri, que hem pogut identificar tant a l'arquitectura ibèrica com a l'arquitectura hel·lenística i fenícia. Un rectangle auri és descompost en un quadrat 1:1 o gnòmon<sup>93</sup> on, fent servir el punt mig d'aquest com a diagonal i radi, i projectant la circumferència resultant, s'obté un rectangle auri, el qual conté també al seu interior un altre rectangle auri de menor grandària (Dunlap 1997, 17). Partim, per tant, d'un quadrat *ABCD*, el costat del qual serà el costat curt del rectangle auri, marquem el punt mig d'aquest quadrat *M*, amb centre *M* i radi *MC* tracem un arc que talli la prolongació *AB*, amb la qual cosa obtenim el costat llarg de rectangle auri *ADEF* (fig. 172).

---

<sup>93</sup> Per gnòmon entenem qualsevol figura que, afegida a una figura original, produeix una figura semblant a l'original.



Una darrera propietat exclusiva dels rectangles auris és que, si traiem un quadrat al rectangle que acabem de construir, el rectangle resultant serà novament auri. Aquesta propietat es manté de manera successiva sempre que anem traient un

quadrat fins a la més mínima expressió, tot i mantenir sempre el mateix punt de tall, obtenint així una espiral logarítmica (fig. 174).

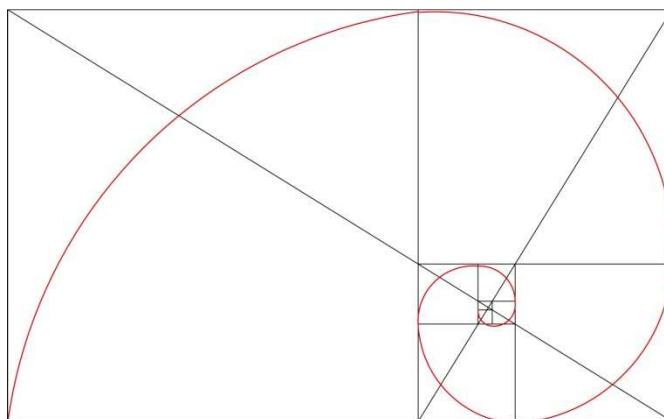


Figura 174. Mètode de descomposició d'un rectangle auri en altres rectangles auri proporcionats.

L'avantatge pràctic d'aquesta proporció, tal i com veurem en altres relacions, és que parteix d'un quadrat, de manera que pot ser fàcilment replantejada sobre el terreny, només amb l'ajuda de claus i cordills o bé sobre algun suport com pergamí, on pot ser fàcilment plantejada mitjançant escaires, compàs i altres eines de dibuix.

El nostre interès principal, més enllà del seu valor estètic i místic, és aquest valor pràctic aplicat a l'arquitectura, així com el seu coneixement a l'antiguitat. Sobre aquest darrer punt hi ha un cert conflicte entre els estudiosos de l'arquitectura romana que descarten la seva utilització a l'arquitectura antiga, (Wilson Jones 2003, 102) qui valora únicament la seva concepció intel·lectual i no la seva vessant pràctica. Per la seva part, els especialistes en arquitectura grega reconeixen la seva utilització, tot i que dintre de la seva justa mesura, allunyant-se de teories relativistes com la dels rectangles dinàmics de Hambidge aplicada al Partenó (Ruiz de la Rosa 1987, 146-148).

Dintre d'aquest debat hem d'esmentar el treball de Pierre Gros de 1976, anomenat "Nombres irrationnels et nombres parfaits chez Vitruve" on a partir de l'anàlisi de l'obra de Vitruvi, s'entreu com aquest no està familiaritzat amb el maneig de la irracionalitat i les seves construccions geomètriques, i redueix l'arquitectura a la simplicitat de les construccions, definint la geometria com un medi d'execució, com un conjunt de tècniques on intervenen la regla, el compàs i l'esquadra (Gros 1976, 672).

Com apunta M. C. Hellmann, quan els arquitectes clàssics han de construir un edifici fan servir els coneixements matemàtics del moment, basant-se fonamental en

## La proporció en l'arquitectura ibèrica

els conceptes fonamentals de la duplicació de formes, les seves relacions i proporcions (Hellmann 2002, 35). Cal entendre, per tant, l'arquitectura com un joc de proporcions, més que un ideal estètic. En aquest sentit, hem de situar la secció àuria, valorant les seves proporcions innates i les seves facilitats pràctiques per tal de plantejar determinades figures geomètriques. Aquesta mateixa autora dóna diversos exemples d'utilització de la proporció àuria en l'arquitectura hel·lènica: es proposa la utilització d'aquesta proporció al Tholos de Delphos, datat al segle V aC, de planta circular i on les columnes s'implanten gràcies a polígons inscrits dintre d'un cercle; el rectangle auri es proposa a l'alçada del Tresor de Cyrene, així com al temple d'Hera II de Paestum (Hellmann 2002, 36-37). Al temple arcaic d'Hera de la mateixa ciutat, també conegut com Basílica, datat al 530 aC, l'anàlisi de les seves mesures precises ha portat a proposar una progressió pitagòrica basada en la relació de la secció àuria (De Zwarte 2002, 11).

Mitjançant el nostre treball hem pogut proposar noves aplicacions del rectangle auri en l'arquitectura grega i fenícia. La possibilitat d'accedir a les mesures precises d'aquestes construccions ha possibilitat l'obtenció d'unes aproximacions correctes. Pel que respecta a l'arquitectura focea, hem identificat el seu ús a les torres del sistema defensiu emporità del segle IV aC, caracteritzat per la presència de torres rectangulars. Aquesta torre presenta una mesura de 9,16 per 5,69 m La proporció entre els dos costats de la torre s'aproxima a la secció àuria (1,609), el que, sens dubte, cal posar en relació amb un rectangle auri (1,618...). Així mateix, proposem una restitució modular constructiva de 34 per 21 peus, que es correspon amb dos dels nombres corresponents a la progressió àuria. La mateixa restitució hem proposat al bastió de llevant, tot i que aquesta construcció presenta una major problemàtica ja que no hem pogut comprovar les mesures precises, així com tampoc s'han pogut identificar elements que permetin datar aquesta construcció. La nostra proposta porta a vincular aquest bastió amb un sistema defensiu anterior, del qual s'han pogut documentar restes disperses, atès el diferent sistema metrològic emprat. La identificació de la proporció àuria en l'arquitectura grega de l'extrem occident, en la mateixa cronologia que els altres exemples esmentats, coincideix pràcticament amb els primers plantejaments dels geòmetres pitagòrics. Podem establir, en resum, com aquest coneixement i la seva aplicació haurien estat ràpidament estesos al context grec occidental, en un moment lleugerament anterior a la fixació d'aquesta teoria als Elements d'Euclides.

Més problemes presenta la interpretació de l'aplicació de la proporció en extrema i mitja raó a l'arquitectura fenícia. El principal conflicte està en el fet de la possible aplicació del rectangle auri a inicis del segle VI aC, és a dir, abans del descobriment de la irracionalitat d'Hipàs de Milet. En qualsevol cas, és innegable el fet de la identificació de la progressió àuria a les plantes de les torres del primer sistema defensiu de la colònia fenícia de Mozia, que presenten una planta de 8 per 5 m de mitjana. Malgrat el fort contacte entre l'arquitectura grega i fenícia a Sicília, del qual la mateixa Mozia és un bon exemple, la diversitat de les mesures de les torres, tot seguint una mateixa mitjana, ens ha portat a plantejar si en aquest cas, i probablement també a la torre defensiva de Màlaga, no estem davant d'una aplicació intencionada d'aquesta proporció, sinó més bé una coincidència que plasma els avantatges pràctics i funcionals d'aquesta, als quals ja hem fet esment anteriorment.

## La proporció en l'arquitectura ibèrica

### 6.1.2 Proporció d'arrel quadrada de 2

El descobriment de l'arrel quadrada de 2 és paral·lel gairebé a les primeres notacions numèriques. La seva identificació correspon al moment de donar un valor a la diagonal d'un quadrat de costat 1, quan hom es va adonar que aquesta dimensió no podia ser expressada mitjançant cap número natural.

Probablement la primera menció d'aquesta proporció correspon al quadrat que es conserva gravat en una petita tauleta cuneïforme (YBC 7289) conservada a la Universitat de Yale i datada entre el 1800 i 1600 aC. Aquí s'inscriu en un costat el número 30 que indicaria la llargària del costat del quadrat, i a la diagonal del quadrat s'inscriu el número 1,414... en notació decimal. Amb aquesta senzilla tauleta es mostra com els babilonis coneixien la relació pitagòrica, i per altra part que estaven capacitats per calcular la proporció d'arrel quadrada de 2. Així mentre que la relació pitagòrica podria ser fruit d'un coneixement empíric a les seves plasmacions agrimensores, el coneixement del càlcul de  $\sqrt{2}$  és prova de l'esforç teòric dels matemàtics babilonis. (Caratini 2004, 162). Aquest valor també va ser identificat pels matemàtics hindús, tal i com es va reflectir als llibres anomenats Sulba sutras (800-200 aC), també conegut com a regles de la corda i on es contenien les instruccions per construir altars, on mitjançant la utilització de fraccions s'aproxima numèricament al valor  $\sqrt{2}$ .

La identificació de la seva irracionalitat s'ha relacionat tradicionalment amb l'escola pitagòrica, en la recerca de les proporcions numèriques expressables mitjançant números naturals. Correspon a Hipàs de Milet (segle VI aC) el seu descobriment, en el moment de voler expressar la diagonal del quadrat. Aquest filòsof i matemàtic va demostrar la seva irracionalitat mitjançant el teorema de Pitàgores, segons el qual, en un quadrat de costat 1, la seva diagonal o hipotenusa es correspon amb un número que quan s'eleva al quadrat ha de donar 2, el que porta irremeiablement a un valor que no pot ser expressat mitjançant números naturals i és, per tant, irracional (fig. 175).

$$a^2 = 1^2 + 1^2$$

$$a^2 = 2$$

$$a = \sqrt{2}$$

Figura 175. Demostració de la irracionalitat de la diagonal del quadrat  $\sqrt{2}$  mitjançant el teorema de Pitàgores.

Posteriorment, Plató, al diàleg del Teetet va explicar que Teodor de Cirene va ser el primer a demostrar la irracionalitat d'altres arrels quadrades, que s'expressen a partir de la seva coneguda espiral.

«Teodor ens va proposar per escrit quelcom referent a les potències, mostrant que les de tres peus i les de cinc peus no són per llargària simètriques a les d'un peu, i així va proseguir estudiant-les, una per una, fins a la de disset peus»<sup>94</sup>.

En aquest text tracta de les mesures de segments incommensurables amb la unitat, però omet el cas de  $\sqrt{2}$ , començant per la de 3 ja que, com generalment s'ha interpretat, a l'època de Teodor de Cirene era suficientment conegut com per a passar més desapercebut (Caveing 1998, 130).

Aristòtil a la seva obra Analítica Primera escriu que: "la diagonal és incommensurable perquè els nombres senars són iguals tot i que es creen commensurables"<sup>95</sup>.

La demostració de la irracionalitat va ser també demostrada per Euclides, que demostra com a les figures quadrades la diagonal és incommensurable en llargada amb el costat, mitjançant la teoria de la reducció a l'absurd<sup>96</sup>. La seva demostració prova que no existeixen cap número sencer p, q pel qual la  $\sqrt{2}$  sigui expressable mitjançant la fracció p/q, l'aproximació més propera expressable en números sencers serà la relació 7 a 5.

En època romana, la principal font d'estudi per a les proporcions és Vitruvi, qui al seu moment eludeix considerar els esquemes geomètrics basats en la diagonal del quadrat. L'únic cas on fa menció de la diagonal del quadrat és en relació a la construcció dels atris, on evoca directament l'ús del quadrat  $\sqrt{2}$ .

«[...] la tercera s'aconsegueix quan, inscrita l'amplada en un quadrat de costats iguals i traçada la diagonal, es dona a l'atri la mateixa llargada que a la diagonal»<sup>97</sup>.

Com indica Gros, en tres altres casos Vitruvi fa ús del quadrat  $\sqrt{2}$ , però ignora que aquest esquema comporti una mesura irracional, o bé intenta esborrar aquesta

---

94 Plató, Teetet, 147-148, pàg. 141-143, edició de J. Montserrat, edicions 62, Barcelona, 1990.

95 Aristòtil, Primers Analítics, I, 23, 41, pàg. 121-122, edició de J. Tricot, J. Vrin, Paris, 1966.

96 Euclides, Els Elements, X, 117, op. cit., pàgs. 392-394.

97 Vitruvi, Deu llibres d'Arquitectura, VI, 4, 18, op. cit., pàg. 147.



## La proporció en l'arquitectura ibèrica

identificació: la construcció de les volutes del capitell jònic, la traçada dels canals dòrics i la construcció de l'àbac del capitell corinti.

El procediment per construir un rectangle d'arrel quadrada de 2 de manera més senzilla i simple parteix d'un quadrat  $ABCD$  de costat 1. Amb centre en un dels seus vèrtexs, per exemple  $A$ , i agafant com a radi la distància  $AC$ , tracem un arc que tallarà la prolongació  $AB$  en un punt  $E$ . La longitud  $AE$  tindrà una mesura  $\sqrt{2}$  i constituirà el costat llarg del nou rectangle de dimensions 1 i  $\sqrt{2}$  (fig. 176)

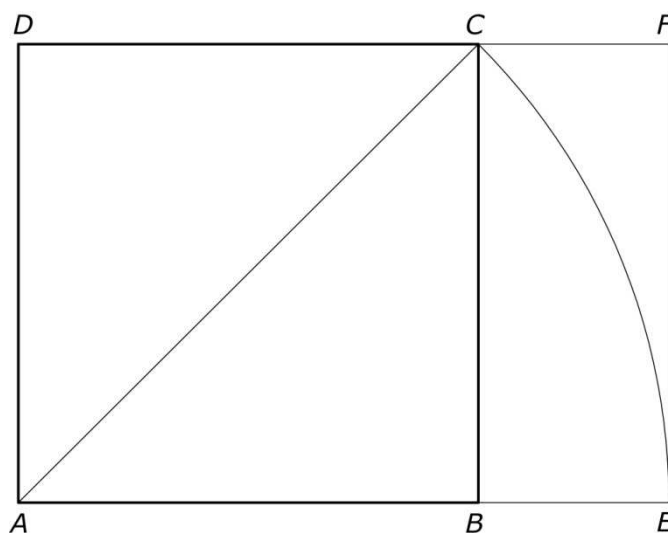


Figura 176. Construcció d'un rectangle  $\sqrt{2}$  a partir d'un quadrat  $ABCD$  de costat 1.

Una de les principals propietats del rectangle d'arrel quadrada de 2 és que si dividim el costat major per la meitat obtenim dos rectangles amb la meitat de superfícies, tot seguint la mateixa proporció (fig. 177). Aquest mateix procés es pot repetir tantes vegades com sigui necessari tot obtenint sempre rectangles proporcionats (Elam 2001, 34). Aquesta facultat és la que fa que aquesta proporció hagi estat adaptada per al sistema estàndard de les mesures dels fulls de format DIN. Les diferents mides parteixen d'una constant subdivisió de la mida DIN A0 (1189 per 841 mm), les posteriors divisions s'anomenen de manera creixent (A1, A2, A3, A4, A5...) seguint sempre la proporció d'arrel quadrada de 2.

A diferència de la proporció àuria que pot ser aproximada mitjançant números naturals gràcies a la successió de Fibonacci, la proporció  $\sqrt{2}$  també pot ser aproximada però mitjançant números fraccionaris tal i com esdevé amb l'anterior proporció a mida que avancem en la sèrie obtenim una aproximació més precisa. Una d'aquestes fraccions expressable amb números sencers és 7/5 de manera que, en un

quadrat de costat 5, la seva diagonal té una longitud  $5 \cdot \sqrt{2}$  i com  $(5 \cdot \sqrt{2})^2 = 50$  és un número proper al quadrat  $49 = 7^2$ , resulta que  $5\sqrt{2} \approx 7$ , és a dir,  $\sqrt{2} \approx 7/5$ . Així, l'arrel quadrada de dos pot ser aproximada mitjançant la seqüència:

$$\frac{1}{1}, \frac{3}{2}, \frac{7}{5}, \frac{17}{12}, \frac{41}{29}, \frac{99}{70}, \frac{239}{169}, \frac{577}{408}, \dots$$

Així, amb la fracció  $\frac{99}{70}$  obtenim una aproximació de  $\sqrt{2}$  amb quatre decimals i

amb la fracció  $\frac{577}{408}$  obtenim una aproximació de cinc decimals.

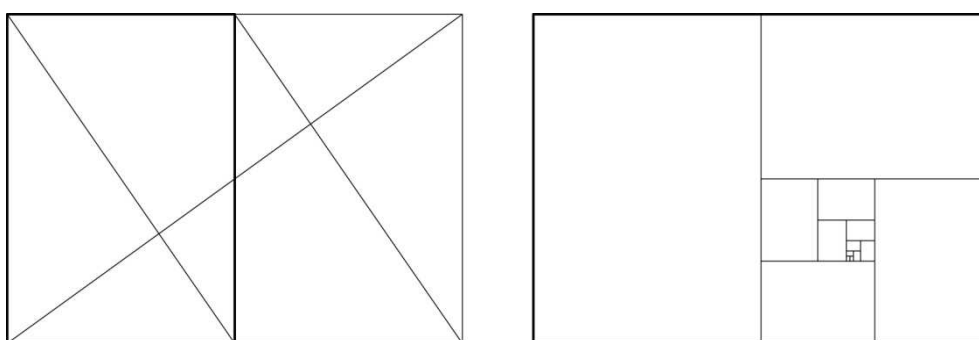


Figura 177. Divisió d'un rectangle d'arrel quadrada de 2 en dos rectangles idèntics (esquerra), a la dreta subdivisió constant del mateix rectangle.

Una altra propietat inherent a la proporció d'arrel quadrada de 2 és la possibilitat de duplicar un quadrat de manera fàcil i únicament amb la utilització de regla i escaire. Si partim d'un quadrat 1:1 amb una àrea d'un  $m^2$ , a partir de la diagonal del quadrat obtenim el costat del nou quadrat que dobla exactament la seva àrea (fig. 178).

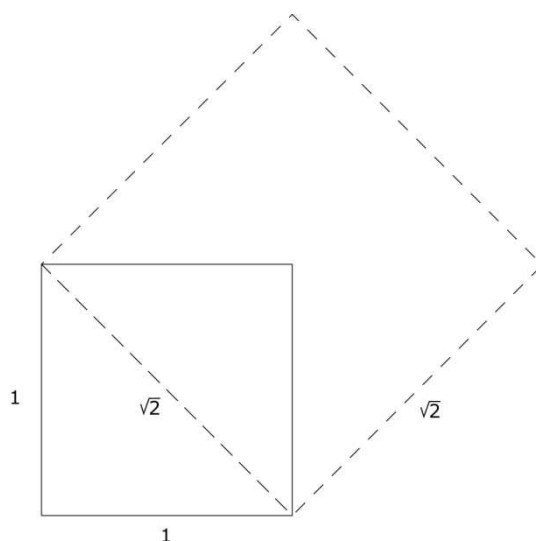


Figura 178. Mètode de duplicació de l'àrea d'un quadrat.

## La proporció en l'arquitectura ibèrica

Un darrer traçat geomètric associable a la proporció d'arrel quadrada de 2 és la possibilitat de generar espirals, tal i com hem pogut observar en el cas de la proporció àuria. La base d'aquesta figura està en el fet de la successió progressiva dels segments  $\sqrt{n}$ , base també de les proporcions dinàmiques (fig. 179).

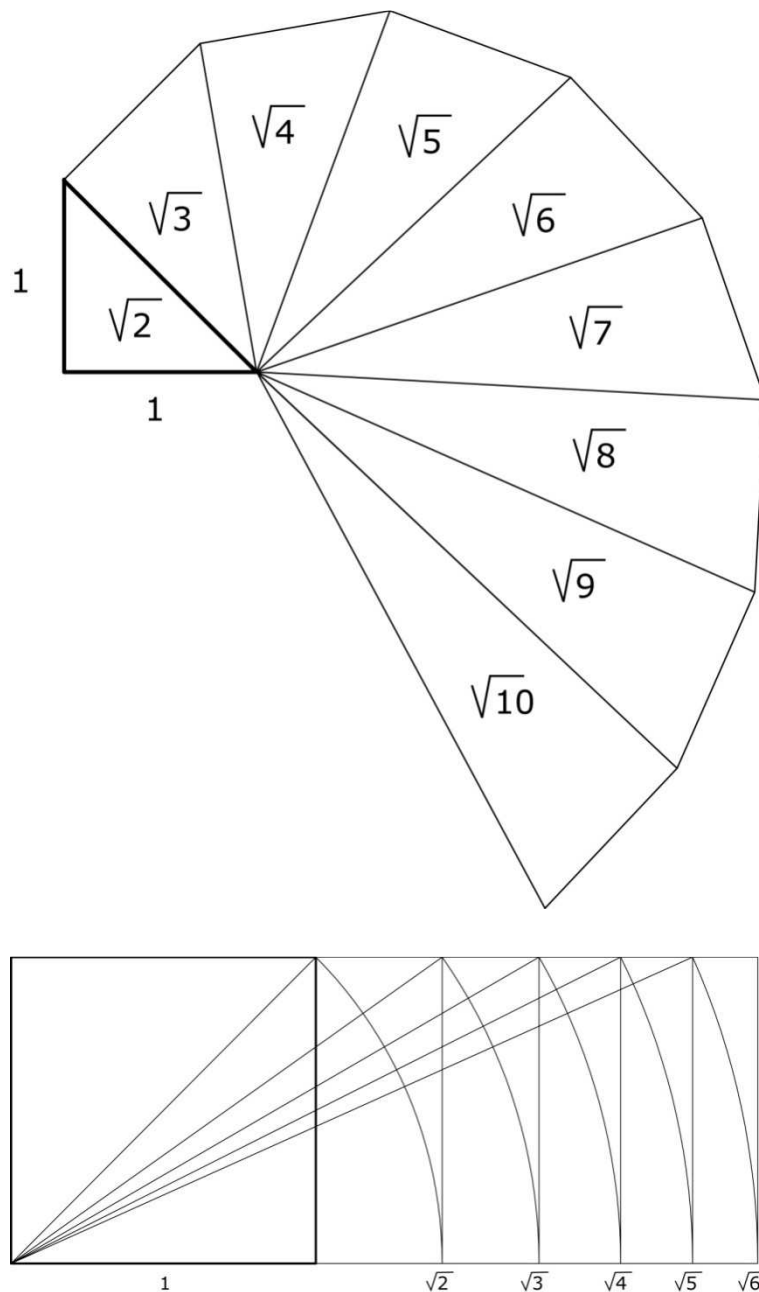


Figura 179. A la part superior, espiral de Teodor formada a partir de la successió de triangles rectangles de costat 1 i  $\sqrt{2}$  .... A la part inferior, rectangles formats a partir de la successió resultant d'abatir de la diagonal de cadascun dels nous rectangles, gràcies a l'ajuda de regla i compàs.

Si comparem el rectangle auri amb el rectangle d'arrel quadrada de dos podem observar com, tot i tractar-se de dos rectangles basats en proporcions irracionals, el descobriment de la sèrie de Fibonacci va permetre descompondre aquest rectangle en

un seriació que tendeix al número auri. Aquesta propietat no es dona al rectangle  $\sqrt{2}$ , que no es pot descompondre amb números sencers, tot i que té aproximacions com l'esmentada de 7 a 5. Alguns autors han proposat una descomposició basada en una tríade pitagòrica com és el triangle rectangle 3-4-5 (Moranta 2004, 122), però creiem que aquesta restitució no és correcta, ja que la proporció és diferent i té un valor de 1,33... tal i com veurem posteriorment. L'avantatge de les proporcions incommensurables és la seva major flexibilitat front a les proporcions commensurables, que són més rígides, gràcies a les seves qualitats additives (Scholfield 1971, 26)

Sobre la utilització en l'arquitectura antiga, la forma més emprada és la utilització del rectangle d'arrel quadrada de 2, del qual s'ha proposat la utilització ja des del segle V aC al pla constructiu del Tresor de Delfos (Hellmann 2002, 36). A Olbia, la seva utilització respon a un esquema urbanístic general pel qual les illes de cases dobles estan emmarcades dintre d'un rectangle  $\sqrt{2}$  i, a més, la disposició mostra un coneixement del mètode de doblar l'àrea del quadrat (Tréziny 1989, 21).

Més conflictiva sembla la utilització d'aquest rectangle a unes maquetes arquitectòniques de l'Èufrates datades del segon mil·lenni aC, on s'ha proposat el seu ús de manera empírica (Muller 2001, 350). Creiem que es tractaria d'una coincidència numerològica, ja que la fixació de la seva irracionalitat i la seva representació gràfica corresponen als matemàtics pitagòrics, com hem esmentat abans.

## La proporció en l'arquitectura ibèrica

### 6.1.3 Triangle pitagòric o triangle rectangle 3-4-5

El Teorema de Pitàgores no necessita gaire presentació, ja que és probablement una de les equacions més conegudes i més emprades al llarg de la història. Pel que fa al seu origen no hi ha dubte sobre l'atribució teòrica a Pitàgores durant el segle VI aC, tot i que els seus antecedents cal situar-los en la matemàtica babilònica i egípcia.

Les formulacions matemàtiques babilònies es troben gravades a les tauletes cuneïformes, entre les quals cal esmentar la coneguda com Plimpton 322, conservada a la Universitat de Columbia. En aquesta peça, datada en el període antic de la dinastia Hammurabi (1800-1600 aC), es mostra una taula amb quatre columnes de números, de base sexagesimal. L'estudi d'aquest conjunt de números va mostrar com es tracta d'un llistat de ternes pitagòriques com 3-4-5, 5-12-13 o 8-15-17, de manera que els babilonis estaven ja familiaritzats amb la geometria elemental i l'àlgebra.

El triangle pitagòric 3-4-5 ha estat tradicionalment conegut també com a triangle egipci, anomenat així per Viollet-le-Duc, amb funcions gairebé místiques i que hauria estat emprat a les principals construccions egípcies com les piràmides (Ghyka 1992). L'origen de la formulació egípcia d'aquest triangle es deu a una cita de Plutarc al seu tractat *Isis i Osiris*, on comenta que els egipcis tenien «un triangle amb una vertical de tres unitats, una base de quatre i una hipotenusa de cinc, que és igual quan s'eleva al quadrat, als quadrats dels altres dos costats»<sup>98</sup>. Cal situar la cita de Plutarc en un context i una cronologia (segle II dC) allunyada de la tradició egípcia, que no vol dir que la lectura egípcia i grega d'aquest teorema fos similar (Rossi 2004, 65). Aquesta atribució mística és similar a la que s'ha atribuït a la proporció àuria, amb la voluntat d'establir una geometria sagrada. Ara per ara, els darrers estudis han vingut a relativitzar tant aquest paper sacre com la utilització d'aquesta terna. En aquest sentit, cal mencionar la font principal sobre les matemàtiques de l'antic Egipte que és el papir Rhind. Aquest papir datat al voltant del 1650 aC es tracta d'un manual pels escribes reials amb 87 problemes sobre fraccions, equacions i progressions. Cinc problemes concrets fan referència a la construcció de les piràmides, en els quals no hi cap esment al teorema de Pitàgores. Al papir egipci 6619 conservat a Berlin i datat al voltant del segle XIX aC, sí que es proposa resoldre un sistema d'equacions amb dues incògnites, el que es podria posar en relació amb aquest teorema, tot i que més probablement es tractaria de la solució d'equacions de segon grau (Alsina 2010, 20). A

---

98 Plutarc, *D'Isis i Osiris*, 56, 373-374, pàgs. 205-208, edició de J. Gwyn Griffiths, Cardiff, 1970.

Egipte, la primera evidència inequívoca de la utilització del teorema de Pitàgores és un papir escrit en demòtic datat en el segle III aC, on es representen un seguit de triplets pitagòrics (Parker 1978, 3-4). D'una manera semblant s'expressa Corina Rossi en el seu complet estudi sobre arquitectura i matemàtica egípcia, on desmunta totes les antigues teories sobre l'aplicació d'aquesta terna, descartant-la a partir de les dades disponibles actualment, on redueix l'aplicació a les voltes el·líptiques de l'imperi Nou (Rossi 2004, 117), juntament amb la seva aplicació per verificar la perpendicularitat de les construccions basada en l'ús de cordes dividides en 3, 4 i 5 nusos respectivament (fig. 180).

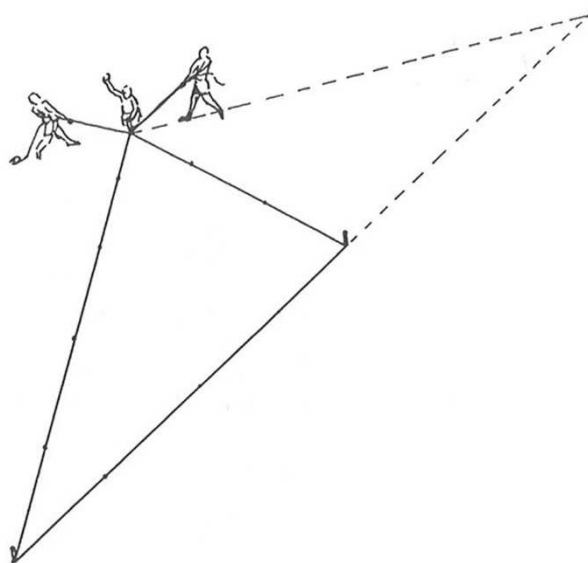


Figura 180. Mètode de construcció d'un triangle rectangle utilitzant cordes amb nusos equidistants (Badawy 1965, fig. 2).

Com és sobradament conegut, el Teorema de Pitàgores diu que: en un triangle rectangle el quadrat de la hipotenusa és igual a la suma dels catets (fig. 180), el que s'expressa segons l'equació:

$$a^2 + b^2 = c^2$$

Aquest famós teorema va ser recollit en detall al primer llibre de geometria de la història, *Els Elements* d'Euclides. A la proposició 47 del llibre I, dedicat a la geometria plana bàsica, Euclides explica que:

## La proporció en l'arquitectura ibèrica

«En los triángulos rectángulos el cuadrado del lado que subtiende el ángulo recto es equivalente a los cuadrados de los lados que comprenden el ángulo recto.»<sup>99</sup>

El nombre de ternes pitagòriques és infinit, tal i com va demostrar Euclides, essent la més coneguda la terna 3-4-5, però com ja van veure els babilonis, amb qualsevol número sencer  $p$  i  $q$  es pot obtenir un triplet pitagòric, sempre que  $p$  sigui major a  $q$ , seguint els següents algoritmes  $p^2 - q^2$ ;  $2pq$ ;  $p^2 + q^2$ . Així, si agafem per exemple els números sencers 9 i 7 obtenim els números 32, 126 i 130 que conformen una terna pitagòrica  $32^2 + 126^2 = 130^2$  ( $1024 + 15876 = 16900$ ).

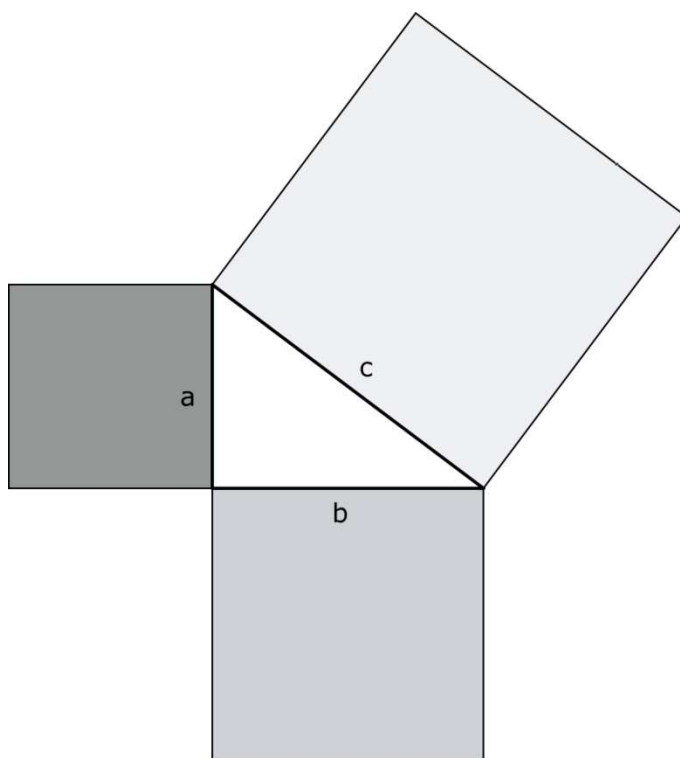


Figura 181. Representació gràfica del Teorema de Pitàgores.

Vitruvi no pot resoldre de manera aritmètica un problema de multiplicació d'àrees i geomètricament només esmenta el triangle egipci de 3-4-5, mentre que altres triangles rectangles de costats amb nombres sencers com els triangles 5-12-13 o 48-55-73 no són contemplats. (Gros 1976, 672). Els angles rectes haurien estat produïts de manera simple mitjançant la utilització d'escaires (Taylor 2003, 38), dels quals es documenten nombrosos exemples a la iconografia funerària. L'aplicació de triangles 3-4-5 es esmentada per Vitruvi per tal d'establir el perfil de les escales<sup>100</sup>. Igualment també es

<sup>99</sup> Euclides, *Els Elements*, I, 47, op. cit.

<sup>100</sup> Vitruvi, *Deu llibres d'Arquitectura*, IX, 2, 6, op. cit., pàg. 211.

cita per tal de calcular la inclinació del cargol d'Arquímedes<sup>101</sup>, amb l'objectiu d'extreure aigua.

Una de les aplicacions principals del teorema de Pitàgores a l'arquitectura és la seva possibilitat de determinar perpendicularitats. Així, per tal de comprovar si dues parets són perpendiculars es pot fer servir la corda amb nusos equidistants, amb aquesta es marquen tres unitats a una paret i quatre a l'altra, en el cas que hi hagin cinc nusos de distància entre els extrems aquestes parets seran perpendiculars.

Lligat amb aquesta utilitat d'assegurar la perpendicularitat, el teorema està en els primers passos de qualsevol construcció. D'aquesta manera, el primer pas per tal de construir qualsevol edifici rectangular o quadrat és delimitar prèviament el terreny mitjançant simples cordes i estakes, però per tal de comprovar la perpendicular es pot fer servir el mateix mètode que hem esmentat per les parets. Una altra manera de verificar la perpendicularitat és si els parells de costats paral·lels són iguals, es poden mesurar les dues diagonals i si són iguals estem davant d'un rectangle perpendicular.

Malgrat la seva practicitat per tal de construir plantes rectangulars, la seva utilització modular en l'arquitectura hel·lenística, bé sigui en temples o altres construccions, no ha estat provada. De la mateixa manera, a l'arquitectura focea occidental hem pogut observar com s'obvia aquesta relació numèrica, preferint altres aproximacions irracionals com les esmentades anteriorment. Creiem que l'arquitectura antiga està basada principalment en la utilització del gnòmon i l'addició d'àrees. En aquest sentit, la preferència per proporcions irracionals que parteixen d'un gnòmon o quadrat mostra una plasmació geomètrica basada en la utilització d'escaires i compàs.

---

<sup>101</sup> Vitruvi, *Deu llibres d'Arquitectura*, X, 6, 11, op. cit., pàg. 249.



#### 6.1.4 Altres aproximacions geomètriques

Un cop analitzats els postulats teòrics de les dues principals proporcions irracionals i incommensurables ( $\sqrt{2}$  i  $\phi$ ), així com probablement el teorema més conegut de tota la història (Teorema de Pitàgores), hem d'esmentar una altra sèrie de relacions geomètriques que hem pogut documentar a l'arquitectura ibèrica. Aquestes es caracteritzen, per una part, per l'addició de mòduls quadrangulats, on s'empren nombres sencers i, per altra part, la formació de rectangles per l'addició d'àrees basades en un rectangle  $\sqrt{2}$ .

Dintre de la primera categoria podem incloure aquells rectangles formats per l'addició d'un o més mòduls quadrangulats. Així, les dues principals plantes són les formades pels rectangles de relació 1:2 i 1:3 (fig. 182). El sistema constructiu d'aquests rectangles es basa únicament en la utilització d'escaires, per tal de comprovar la perpendicularitat del traçat regulador. Es tracta, per tant, d'una geometria molt senzilla que parteix novament del gnòmon per obtenir una figura de dimensions superiors, tot guardant la mateixa relació. L'avantatge d'aquest sistema de proporcions és la utilització de nombres sencers i racionals que són traslladats de manera continuada. Així, abans de realitzar el traçat regulador, és necessària la fixació d'un sistema modular, com pot ser el cas de la braça de sis peus, mitjançant el qual es pot dissenyar un quadrat de sis peus de costat, realitzat amb una corda o una vara i amb l'ajuda d'estaques per plasmar el traçat sobre el terreny. Posteriorment, és necessària la comprovació de la perpendicularitat, que pot ser realitzada mitjançant l'ús d'escaires de materials peribles, com fusta, o bé mitjançant la utilització de les propietats dels triangles rectangles, anteriorment esmentada.

Pau Olmos Benlloch

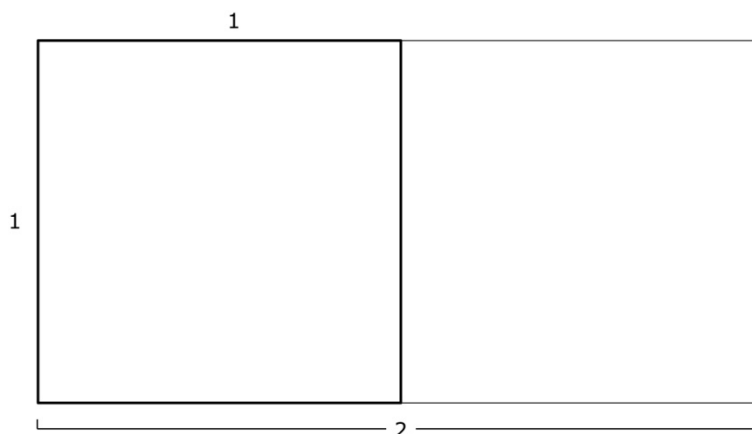


Figura 182. Descomposició d'un rectangle 2:1 format per l'addició de dos mòduls quadrangulars.

La segona categoria és aquella anomenada per Jay Hambidge com rectangles dinàmics, que són aquells basats en ràtios com  $\sqrt{2}$ ,  $\sqrt{3}$ ,  $\sqrt{4}$  o  $\sqrt{5}$ . Les propietats d'aquests rectangles són les mateixes que les de l'arrel quadrada de 2, i la característica principal és l'addició d'àrees seguint la mateixa seqüència. La construcció geomètrica d'aquests rectangles parteix, novament, d'un gnòmon i consisteix en l'abatiment de la diagonal d'aquests quadrats fins a obtenir una forma rectangular. Pel que respecta al rectangle  $\sqrt{5}$ , aquest es correspon a la diagonal o hipotenusa d'un rectangle de costats 1 i 2, és a dir d'un doble quadrat i està en relació amb la proporció àuria, ja que aquesta és la mitjana aritmètica de 1 i l'arrel quadrada de 5 (fig. 183).

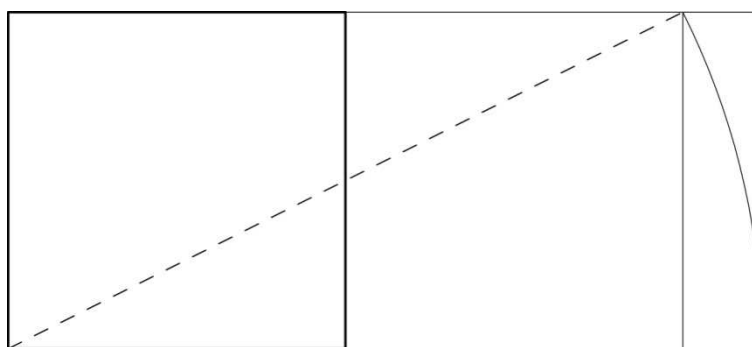


Figura 183. Construcció d'un rectangle  $\sqrt{5}$  a partir de la diagonal d'un doble quadrat.

## La proporció en l'arquitectura ibèrica

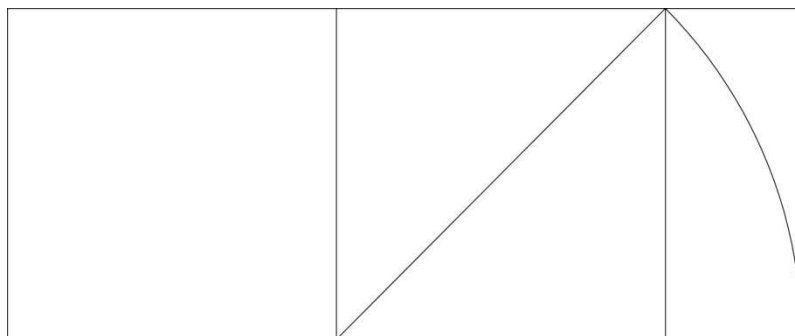


Figura 184. Mètode de construcció d'un rectangle basat en el número de plata.

Seguint amb la relació de figures basades en relacions irracionals, un dels rectangles que ha suscitat l'interès de la història de les matemàtiques és l'anomenat rectangle de plata, la denominació del qual és per analogia al conegut rectangle auri. Aquest rectangle s'obté quan s'afegeix a un rectangle  $\sqrt{2}$  un quadrat de costat 1 (  $1 + \sqrt{2}$  ), seguint l'equació  $x^2 = 2x + 1$  (fig. 184). La relació d'aquesta proporció amb la proporció àuria és que, així com aquesta es pot descompondre seguint la sèrie de Fibonacci, el número de plata es pot expressar seguint la successió de Pell. Aquesta successió s'expressa mitjançant la seqüència: 0, 1, 2, 5, 12, 29, 70, 169, 408, 985... on, a diferència de la secció àuria on  $a=1$ , la successió de Pell s'expressa per  $a=2$ , és a dir, cada factor és la suma del menor més el doble del major.

## **6.2 Anàlisi de les principals proporcions geomètriques identificades a l'arquitectura ibèrica**

En primer lloc, abans d'entrar a considerar les diferents proporcions emprades a l'arquitectura ibèrica hem de ser conscients que no es pot considerar aquesta d'una manera simplista ni reduccionista. Els constructors ibèrics dominaven els principals sistemes de proporcions comuns a tota la Mediterrània i, tal i com esdevé amb els seus veïns, la principal característica de l'arquitectura ibèrica és la seva practicitat constructiva, basada en formes senzilles fàcilment plantejables i recalculables sobre el terreny, mitjançant l'ajuda de senzilles eines de mesura. Hem d'entendre l'arquitectura ibèrica com eminentment funcional, adaptada als condicionants tant topogràfics com econòmics i culturals. D'aquesta manera, tal i com hem pogut observar a l'arquitectura d'altres cultures de l'antiguitat, destaca una preponderància de les figures geomètriques senzilles basades en el gnòmon com a element originari, a partir del qual s'adapten les diferents plantes rectangulars segons les necessitats específiques.

La major part de les construccions analitzades en aquest estudi tenen en comú que es basteixen de manera aïllada i realitzades de nova planta. El fet de no dependre de cap construcció anterior ni d'obres defensives o altres construccions que condicionin l'obra fa que els sistemes geomètrics puguin ser lliurement dissenyats prèviament, atenent únicament als condicionants tècnics i econòmics; com veurem seguidament, les necessitats topogràfiques faran que els constructors ibèrics adaptin de manera enginyosa la proporció més adequada seguint el ventall de models disponibles. Únicament en alguns casos com la torre bipartida del Castellot de la Roca Roja o la torre I del Puig de Sant Andreu, la disposició del terreny limita l'articulació geomètrica i fa que el traçat sigui desproporcionat, amb la voluntat d'ocupar el major espai de cobriment possible.

En primer lloc, hem de diferenciar entre les proporcions commensurables basades en relacions naturals i aquelles proporcions incommensurables o irracionals.

De les 22 construccions que hem analitzat en aquest estudi, la utilització de les proporcions de tipus irracional està identificada en un total de 9 casos, el que suposa aproximadament un 40% del total. D'entre aquest casos, la proporció que gaudeix d'una major acceptació és la proporció àuria o d'extrema i mitja raó (5 casos), mentre que la segona proporció més emprada serà la d'arrel quadrada de 2 (2 situacions) i finalment altres apropaments geomètrics com la  $\sqrt{5}$  o el número de plata només han estat identificats en una ocasió, respectivament. Cronològicament, l'origen d'aquestes

## La proporció en l'arquitectura ibèrica

construccions se situa en el segle V aC, és a dir, és gairebé contemporani a les primeres formulacions teòriques gregues de la irracionalitat. Els considerables avantatges pràctics d'aquest sistema per traçar plantes rectangulars farà que tingui una gran acceptació en l'arquitectura ibèrica i s'utilitzi de manera ininterrompuda fins als darrers moments de la cultura ibèrica, a l'àrea central i septentrional. Una coincidència que hem pogut observar és que tots els casos on s'apliquen proporcions de tipus irracional corresponen obres defensives, principalment torres, mentre que als altres tipus d'estructures com temples o magatzems s'opta per relacions commensurables basades en nombres naturals.

Com hem esmentat, la proporció àuria o d'extrema i mitja raó és la més emprada a l'arquitectura defensiva ibèrica central i septentrional. La primera prova de l'adopció d'aquest sistema constructiu l'hem identificada a la torre del Mas Castellar de Pontós, datada durant el segle V aC i situada a escassa distància de la colònia focea emporitana. La utilització d'aquesta proporció com a mínim des del segle V aC a la fortificació de la *neapolis* d'Empúries, indica que aquest podria haver estat el principal focus difusor de la irracionalitat dintre de l'arquitectura ibèrica. En aquest sentit, no és descartable en el cas de Mas Castellar la participació directa de constructors grecs o ibèrics formats en la colònia emporitana. No es pot descartar tampoc el caràcter indigenista de la construcció, ja que geomètricament és possible que les poblacions ibèriques coneguessin de manera empírica aquest sistema de proporcions, abans de la seva fixació per part dels teòrics pitagòrics. Cal destacar també que durant aquest moment són pocs els exemples de torres defensives rectangulars amb les quals es puguin fer comparacions per determinar si l'aplicació de la secció àuria al Mas Castellar és un cas aïllat o no.

La necessitat defensiva de les comunitats ibèriques durant el segle següent porta a la monumentalització dels seus sistemes defensius, amb l'adopció principal de torres rectangulars, disposades a una distància regular o bé isolades defensant els principals accessos a l'assentament. Entre finals del segle V i inicis del segle IV aC hem pogut documentar la segona adaptació d'aquest sistema de proporcions en l'arquitectura defensiva ibèrica, en el cas de les torres de l'assentament de Sant Josep. Aquest sistema defensiu es compon de dues torres frontals, construïdes a partir d'un rectangle auri, la restitució del qual varia depenent de la torre degut a una probable diferenciació cronològica entre les dues construccions. Les següents adaptacions d'aquest sistema de proporcions que hem pogut identificar se situen durant el segle III aC, moment en el qual ja estaven fixades totes les aplicacions i qualitats geomètriques d'aquesta

proporció, tal i com va plasmar Euclides. A partir d'aquest moment trobem la seva aplicació en tres nous torres defensives, cadascuna amb unes dimensions i unes restitucions moduls diferents. Les torres de Cova Foradà i el Turó de Mas Boscà presenten unes característiques similars ja que totes dues són buides i s'adossen al llenç defensiu en un moment posterior, però en cap moment estan condicionades per cap altra estructura. En el cas de la torre del Mas Boscà l'adaptació d'aquest sistema de proporcions respondria a unes necessitats pràctiques, condicionades per la topografia del turó i l'espai constructiu disponible, que només permetria la plasmació d'un rectangle auri. En aquest moment avançat de la cultura ibèrica es documenten ja tot el ventall de proporcions disponibles i el fet d'escollir la proporció àuria és una prova de les virtuts pràctiques d'aquesta proporció, i mostra com el fenomen de la irracionalitat no s'abandona al llarg de tota la història de la construcció ibèrica.

El primer pas en la construcció de tota teoria de la proporció és, tal i com hem esmentat, considerar una mesura bàsica que serveixi de mòdul. En el cas de la proporció en extrema i mitja raó el mètode per descompondre aquest rectangle és la sèrie de Fibonacci que té com a valor límit el número auri. Molt probablement, el món ibèric ja tindria coneixement d'aquesta seriació i el seu valor additiu, com ha demostrat l'existència d'un sistema linial de ponderals on cada peça té un pes doble de l'anterior o és la suma dels dos precedents (Fletcher, Silgo 1995, 273). D'aquesta manera, hem aplicat la seva propietat additiva per tal definir quin podria ser el mòdul base de la construcció. Aquest mòdul es correspon amb el gnòmon quadrat, a partir del qual es defineix geomètricament el rectangle auri. La determinació de la descomposició d'aquests rectangles mitjançant una aproximació de nombres naturals és la que ens ha permès proposar, en la majoria dels casos, una o dues probables unitats de mesura vàlides, que són aquelles que encaixen dintre de la seqüència àuria i mantenen la seva propietat additiva. Aquesta propietat és la que ens ha permès descartar altres unitats moduls que no poden ser incloses dintre d'aquesta seqüència.

La següent de les proporcions irracionals que hem identificat a l'arquitectura ibèrica és la proporció d'arrel quadrada de 2. El seu ús només s'ha pogut observar, de moment, al context ibèric septentrional en els casos de la torre Y-Z d'Alorda Park de Calafell i la torre de ponent de l'*oppidum* de Burriac.

Com hem explicat anteriorment, el procés geomètric d'aquesta proporció és molt semblant al dels rectangles auris, tot basant-se en l'abatiment de la diagonal o hipotenusa del gnòmon original.

## La proporció en l'arquitectura ibèrica

La seva primera aplicació per part dels constructors ibèrics se situa durant el segle V aC, en la torre defensiva d'Alorda Park, gairebé contemporània a la de la torre de Mas Castellar de Pontós, amb la qual cosa podem pensar que la introducció de les propietats incommensurables correspon aproximadament a un mateix moment, tot coincidint també amb les primeres propostes a l'arquitectura mediterrània. Si comparem, per tant, l'arquitectura ibèrica durant l'etapa de transició entre el període ibèric antic i ibèric ple, amb l'arquitectura grega i fenícia, observem com el període comprés entre els segles VI i V aC es caracteritza pel predomini de les proporcions de tipus irracional aplicades a l'arquitectura. En el context fenici oriental podem parlar dels casos de les torres defensives de Mozia o Màlaga, mentre que a l'arquitectura grega la seva aplicació es documenta a Olbia, Delfos, Cyrene o Paestum. A diferència del que sembla ocórrer a l'arquitectura de tipus hel·lenístic on, a partir del segle IV aC, però especialment durant el segle III aC, s'abandonen aquests tipus de proporcions i són substituïdes per proporcions racionals basades en nombres naturals, en el cas de l'arquitectura ibèrica les proporcions incommensurables no són del tot substituïdes, sinó que es continuen emprant als traçats, probablement per la seva practicitat.

Com hem esmentat, la diferència entre la proporció àuria i la d'arrel quadrada de 2 és que aquesta darrera no és pot descompondre amb una aproximació de nombres sencers, sinó que es pot aproximar mitjançant la utilització de fraccions additives. En el cas de la torre Y-Z d'Alorda Park hem proposat una restitució basada en una fracció 26/18 que s'aproxima al valor 1,414213562. Podem plantejar, en aquest cas, la

següent seriació de fraccions:  $\frac{3}{1}, \frac{5}{4}, \frac{13}{9}, \frac{31}{22}, \frac{75}{53}, \frac{181}{128} \dots$  el límit de la qual s'aproxima a

l'arrel quadrada de 2. Si ens atenem únicament a la qüestió geomètrica, altres fraccions són possibles, però l'elecció d'aquesta restitució no respon únicament a criteris estrictament geomètrics, sinó també a l'esquema del traçat general que s'ajusta millor a l'estructura en el seu conjunt. En aquest sentit, creiem important el fet d'obtenir una fracció de nombres parells que permet realitzar subdivisions al traçat amb nombres sencers. D'aquesta manera, podem plantejar un procés constructiu en el qual primer es dissenya el perímetre, que es correspon amb el rectangle  $\sqrt{2}$ , per tal de traçar a continuació el mur intern de subdivisió, de manera que obtenim dos nous rectangles de dimensions menors, però proporcionats entre sí (fig. 185).

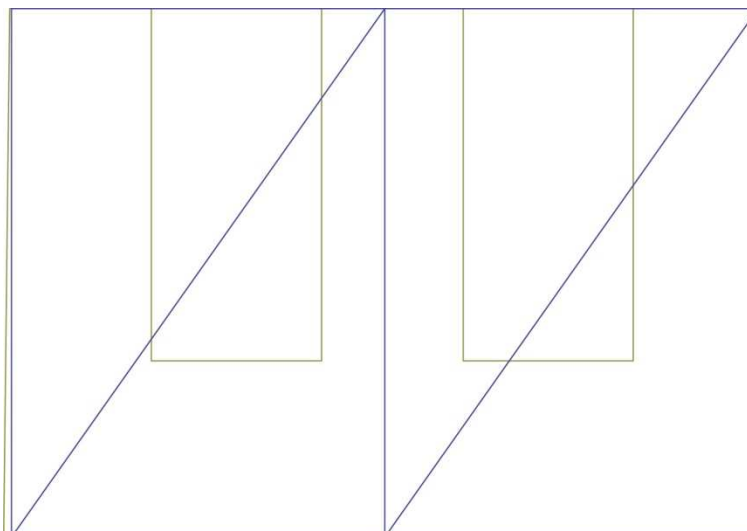


Figura 185. Planta esquemàtica de la torre bipartida d'Alorda Park amb subdivisió del rectangle  $\sqrt{2}$  en dos nous rectangles.

Pel que respecta a la torre occidental de Burriac, hem considerat una restitució basada en la fracció 7 a 5, que ha estat considerada com la principal aproximació dels pitagòrics per substituir la irracionalitat  $\sqrt{2}$  (Kline 1992). El rectangle de la torre, de 21 per 15 peus de longitud, es correspon amb la aplicació d'un mòdul de tres peus a partir del qual es defineix el gnòmon format per cinc mòduls així com l'amplada dels murs perimetrals, d'un mòdul o tres peus.

A partir d'aquests dos casos podem comprovar com els constructors ibèrics no només coneixien perfectament la incommensurabilitat de l'arrel quadrada de 2, sinó també la seva plasmació geomètrica, així com les seves propietats bàsiques com la descomposició mitjançant unitats fraccionàries i la subdivisió dels rectangles d'altres de proporcionats.

Les dues darreres construccions on hem pogut documentar la utilització de proporcions de tipus incommensurable, són els dos bastions defensius del Molón de Camporrobles i la torrassa de l'assentament ibèric del Puig d'Alcoi. Tots dos casos es caracteritzen pel fet de ser plantes molt allargades, situades entre una relació 2 a 1 i 3 a 1. Les proporcions que s'empren en aquestes estructures són la  $\sqrt{5}$  i el número de plata, respectivament. La característica principal d'aquestes, és que té com a base l'arrel quadrada de 2 i la seva propietat additiva. Així, totes dues poden ser representades gràficament a partir de l'addició d'àrees a un quadrat o gnòmon, seguint la descripció platònica o la coneguda espiral de Teodor, fins a configurar un rectangle  $\sqrt{5}$  o bé un rectangle  $\sqrt{6}$ , que es pot aproximar al número de plata  $1 + \sqrt{2}$ . En



## La proporció en l'arquitectura ibèrica

qualsevol cas, creiem que el mètode de representació gràfica a partir de la successió d'àrees d'un quadrat és difícilment expressable, essent més còmoda la seva plasmació gràfica mitjançant la fusió de dos quadrats de 18 i 10 unitats de costat, respectivament, en els quals mitjançant l'abatiment de la hipotenusa del rectangle 2-1 obtenim un rectangle  $\sqrt{5}$ , i mitjançant l'abatiment de la diagonal d'un dels dos quadrats podem obtenir un rectangle de plata. L'elecció d'una proporció o altra respondria a les necessitats topogràfiques de cada assentament, depenent de si es necessita una major o menor llargada.

Pel que respecta a la utilització de proporcions de tipus racional, aquestes són més nombroses a l'arquitectura ibèrica. Entre els 23 casos analitzats, en 14 d'ells s'han emprat traçats de tipus commensurable basats en nombres naturals, el que suposa aproximadament un 60% respecte del total. Ara bé, mentre que en el cas de les proporcions irracionals, aquestes es corresponen en la seva totalitat a estructures defensives, en el cas de les proporcions de tipus racional podem observar com altres construccions de caire públic com els magatzems o temples igualen en percentatge a les obres defensives. D'aquesta manera, les construccions defensives (més nombroses) són un total de 8 casos, mentre que els temples i magatzems són un nombre de 6, que pot arribar fins a 8 si incloem també el temple A de la Illeta i el de l'Alcúdia, ambdós de planta quadrangular.

Entre aquest tipus de proporció, la més emprada per tal de traçar plantes rectangulars és la relació 2 a 1, formada per l'addició de dos quadrats o gnòmon, que és probablement la forma més simple de construir un rectangle. El seu ús l'hem pogut identificar principalment en sistemes defensius, si exceptuem el cas del magatzem de la Illeta. Hem d'esmentar, així, les fortificacions del Turó del Montgròs i la Bastida de les Alcusses, juntament amb el magatzem de la Illeta dels Banyets, datats durant el segle IV aC, mentre que el Casol de Puigcastellet i el Turó dels Dos Pins presenten una cronologia del darrer terç del segle III aC.

La considerable llargada que proporciona aquesta relació fa que sigui especialment emprada pel traçat de bastions defensius, documentats a tots quatre assentaments, ja que la major llargària, en comparació a una torre de defensa d'una porta, proporciona una major superfície de cobriment. Un dels sistemes defensius més complexos de l'arquitectura ibèrica és, sens dubte, el del Turó del Montgròs, que ha estat interpretat com una veritable muralla de casamates. Sense entrar de nou en la idoneïtat d'aquest terme, geomètricament ens trobem davant d'un traçat basat en l'addició de tres mòduls quadrangulars agrupats en nombre de dos, que donen origen a una muralla de

compartiments similar a les que podrem trobar un segle més tard als assentaments bàrquides de la península Ibèrica com Cartagena, on la diferència principal és el traçat regulador que es correspon amb una addició de mòduls rectangulars basats també en el doble quadrat, però on l'espai interior és dividit seguint una relació 3 a 1 per tal de sostenir de manera adequada un segon pis on s'allotja la maquinària d'artilleria.

El mateix traçat regulador del Turó del Montgròs es aplicat també al proper assentament del Casol de Puigcastellet, on es copia aquest esquema de divisió amb una funcionalitat tant tècnica com defensiva. En aquest cas, la fortificació barra de forma frontal el principal accés a la plana on se situa l'assentament, de manera que si s'hagués disposat únicament una muralla de barrera simple, aquesta obra hagués estat massa feble; l'elecció d'aquest traçat permet augmentar la superfície de l'estructura defensiva, dotant-la d'una major solidesa estructural.

En el cas del graner elevat de la Illeta hem pogut apreciar com la planta respon a un traçat basat en la fusió de dos quadrats de 20 peus de costat. Creiem que en aquest l'elecció d'aquesta proporció basada en nombres naturals es deu principalment a les facilitats que presenta per tal de realitzar divisions internes proporcionades. D'aquesta manera, cadascun dels quadrats es divideix en dos rectangles seguint una relació 2 a 1, que seran posteriorment dividits de nou en dos quadrats menors de 10 peus de costat que marquen els principals elements estructurals de l'edifici. Per aquest motiu, és molt important disposar, per una part, d'una proporció racional mitjançant la qual l'estructura pugui ser fàcilment divisible i, per altra part, el fet d'obtenir nombres parells comporta que aquestes divisions donin com a resultat nombres naturals. Aquest factor és especialment important en el cas dels graners elevats, on les graelles de murs paral·lels es disposen a una distància equidistant i la seva col·locació no pot ser aleatòria, sinó que s'emmarquen dintre d'un esquema previ fàcilment planificable sobre el terreny.

La següent proporció de tipus commensurable més emprada és la relació 3 a 2. Aquest ha estat emprada especialment als traçats dels temple A de la Illeta dels Banyets i la Regia de las Tres Hermanas, que responen a un mateix model de planta tripartida. En aquests casos, aquesta proporció marca la divisió interna de l'estructura, ja que s'estableix una divisió en tres mòduls corresponents a la llargada de l'edifici, mentre que la seva amplada es divideix en dos quadrats que seran posteriorment subdividits, marcant el traçat dels murs de compartimentació. D'una manera semblant a la proporció 2 a 1 abans esmentada, la utilització d'aquesta relació es deu a la facilitat que dona per dividir i delimitar l'espai interior d'una manera racional, basada en

## La proporció en l'arquitectura ibèrica

nombres naturals i fàcilment divisibles. En aquest sentit, tal i com hem pogut identificar en el cas dels graners elevats, s'opta per un traçat basat en un sistema decimal, la divisió del qual proporciona sèries de nombres naturals. L'altre model de proporcions que hem identificat als temples ibèrics és la relació 3 a 1 del temple B del Puig de Sant Andreu. L'elecció d'aquesta proporció respon a un altre model constructiu, més inspirat en els temples arcaics tipus mègaron, on es necessita una planta més allargada.

En darrera instància, pel que respecta a l'aplicació dels triangles pitagòrics 3-4-5 en l'arquitectura ibèrica, hem pogut documentar únicament el seu ús al traçat de la torre defensiva IV del Puig de Sant Andreu i la torrassa de l'Empedrola. Com hem esmentat, l'aplicació d'aquesta proporció a l'arquitectura defensiva grega no s'ha pogut comprovar, tot i que no és descartable que pugui haver estat aplicada, ja que l'hem pogut identificar a les torres defensives de la colònia púnica d'Olbia a Sardenya, molt influenciades o directament dissenyades per arquitectes d'origen hel·lènic. Els principals exemples d'utilització d'aquesta proporció se situen entre els segles II i I aC, seguint uns esquemes constructius d'herència romana, com és el cas de la torre 4 del Cerro del Trigo de Granada (segle I aC), la torrassa del Grau Vell de Sagunt (segle II aC), la torre II del Tossal de Manises i les torres de Torreparedones (segles II-I aC).

Desconeixem el motiu pel qual aquest mètode de disseny de plantes rectangulars no gaudeix de l'acceptació que tindrà a les primeres construccions defensives republicanes. En qualsevol cas, el seu coneixement de manera empírica és necessari, per tal de comprovar i assegurar la perpendicularitat dels murs.

En resum, podem observar com els constructors ibèrics disposen d'un ventall ampli de proporcions disponibles, que seran adaptades segons les necessitats tècniques i funcionals. Així, les proporcions de tipus incommensurable tenen una major adaptació, per tal de traçar estructures defensives, especialment entre els segles V i IV aC, moment en el que es daten la majoria d'aquestes construccions (fig. 186). A partir del segle III aC, la utilització de la irracionalitat disminueix considerablement, preferint-se altres dissenys de tipus racional, que avancen ja el fenomen que s'identifica a l'arquitectura hel·lenística assimilada a Roma i, que redueix les seves proporcions a esquemes geomètrics fàcilment expressables mitjançant números naturals, com ha estat ben estudiat en el cas del temple de Juno Gabina (Almagro-Gorbea i Jiménez 1982, 115).

La qüestió que resta oberta és com poden arribar aquests plantejaments geomètrics i aquests sistemes de proporcions al món ibèric. En l'estat actual de la

recerca no és pot donar una definició clara. En primer lloc, no es pot descartar el caràcter indigenista de la construcció; en aquest sentit, el fet de tractar-se de plantejaments constructius relativament senzills pot portar a un coneixement intuïtiu i empíric dels constructors ibèrics, sense recórrer necessàriament a una interpretació de caire difusionista. En qualsevol cas, la coincidència cronològica en la demostració i aplicació geomètrica de la irracionalitat ens està indicant que els constructors ibèrics són coneixedors dels seus principis bàsics, el que pot atribuir-se també al constant intercanvi de coneixements tan habituals a la Mediterrània antiga.

En tot cas, a l'arquitectura ibèrica l'ús d'aquests sistemes d'apropament geomètric incommensurables no han de considerar-se des d'una visió estètica, harmònica, ni com un exercici intel·lectual, sinó que la seva utilització remetria a un plantejament geomètric simple i funcional, fàcilment adaptable mitjançant les eines de construcció disponibles i regles geomètriques senzilles, per tal de solucionar adaptacions rectangulars.

## La proporció en l'arquitectura ibèrica

Assentament	Lloc d'aplicació	Cronologia	Proporció
Mas Castellar (Pontós)	Torre	S. V aC	$\phi$
Sant Josep (Vall d'Uixó)	Torre	S. V aC	$\phi$
Alorda Park (Calafell)	Torre Y-Z	S. V aC	$\sqrt{2}$
Regia Tres Hermanas (Aspe)	Temple	S.V – IV aC	3:2
Illeta dels Banyets (Campello)	Magatzem	S. IV aC	2:1
Moleta del Remei (Alcanar)	Magatzem 2	S. IV aC	3:2
Turó Montgròs (El Brull)	Sistema defensiu	S. IV aC	2:1
Illeta dels Banyets (Campello)	Temple A	S. IV aC	3:2
Puig de Sant Andreu (Ullastret)	Temple B	S. IV aC	3:1
Bastida Alcusses (Moixent)	Torrassa	S. IV aC	5:4
El Puig (Alcoi)	Torrassa	S. IV aC	Ag
Molón (Camporrobles)	Torrassa	S. IV aC	$\sqrt{5}$
Burriac (Cabrera de Mar)	Torre	S. IV aC	$\sqrt{2}$
Empedrola (Calp)	Torre	S. IV aC	3-4-5
Montbarbat (Lloret de Mar)	Torre	S. IV aC	2:1
Puig de Sant Andreu (Ullastret)	Torre porta IV	S. IV aC	3-4-5
Bastida Alcusses (Moixent)	Torres	S. IV aC	2:1
Cova Foradà (Llíria)	Torre	S. II-I aC	$\phi$
Turó Dos Pins (Cabrera de Mar)	Torrassa	S. III aC	2:1
Casol de Puigcastellet (Folgueroles)	Bastió	S. III aC	2:1
Perengil (Vinaròs)	Torre	S. III aC	$\phi$
Turó Boscà (Badalona)	Torre	S. III aC	$\phi$
Torrejón (Gátova)	Torre	Indet.	3:2

Figura 186. Taula resum amb les diferents estructures analitzades i la seva proporció.

## 7. Adaptació metrològica ibèrica vers la romanització

### 7.1 Metrologia romana: de la República a l'alt Imperi

La principal font d'estudi per a la metrologia romana és el seu sistema de repartiment de terres, la cadastració o centuriació, de les quals s'han identificat nombrosos exemples, i que han estat descrites amb precisió per part dels agrimensors llatins. El sistema més comú de repartició de la superfície és en base a un *actus quadratus* de 120 peus de costat. Sobre aquest sistema ens informa Frontí, que diu que els romans han volgut que els costats tinguessin *XII decempedas*, així com que el dia té 12 hores i l'any 12 mesos. A més, ens informa dels sistemes de mesures grecs basat en el *plethron* de 100 peus, i el sistema de mesures preromà dels oscos i els umbros que ho anomenaven *uorsum*<sup>102</sup>. En aquest sentit, Roma estava en deute amb les colònies gregues del sud d'Itàlia per les seves idees de divisió de l'espai, així haurien adoptat en gran part, el seu sistema de repartició del camp, així com la seva unitat de mesura (Dilke 1992, 34).

La primera menció d'un sistema de mesures romà remunta a la Llei de les Dotze Taules, *lex duodecim tabularum*, datada entre el 451 i 450 aC, i que es tracta d'un conjunt de taules de regulació de la convivència del poble romà, inspirades en les reformes de Soló. En el llibre VII es recullen els drets d'obligacions de finques limítrofs, conté les disposicions referides als solars i vies de comunicació, així com els límits entre els terrenys. La única referència metrològica especificada en relació a la distribució del territori és el *sestertius pes*, del qual únicament coneixem la seva denominació i no la seva correspondència mètrica.

«[...] *lex - XII tab. argumento est, in qua duo pedes et semis 'sestertius pes' vocatur.*» (VII, 1).

Segons Lugli, el peu osco-itàlic de 0,275 m és un dels sistemes de mesures més antics de Roma, tal i com documenta als nivells arcaics de la muralla serviana (Lugli 1957, 191). Aquesta unitat hauria estat en ús a Roma fins a la reforma monetària del

---

<sup>102</sup> Frontí, *Sobre els límits*, 3, 10, pàg. 160, edició de J. Y. Guillaumin, Les Belles Lettres, Paris, 2005.

268 aC, on s'adopta el peu àtic com a unitat de mesura oficial, seguint el patró dipositat al temple de Juno<sup>103</sup>.

La reforma dels pesos i les mesures d'August va tenir lloc al 29 aC, amb la voluntat d'uniformitzar i regular tots els sistemes de mesures, mitjançant la imposició del patró del *pes monetalis* com element regulador, amb l'objectiu de millorar el comerç i fixar els intercanvis i els pagaments. Aquesta mesura la coneixem mitjançant Dio Casi, que a la seva història romana ens diu<sup>104</sup>:

«En cap de les ciutats s'ha de permetre tenir el seu propi sistema monetari o de pesos i mesures; es requereix que utilitzin els nostres»

Tot i aquest decret, sota August algunes colònies, municipis i ciutats lliures haurien continuat amb el seu sistema monetari, però com a favor de l'emperador, al qual li havien d'estar públicament agraïts. El millor exemple d'aquesta continuïtat el trobem a Pompeia on l'edicte d'August no elimina completament les unitats anteriors, en aquest cas el *pes oscus*, que es continua usant fins a moments abans de la destrucció de la ciutat. La taula de mesures del mercat de la ciutat reflecteix aquesta dualitat, i la voluntat d'adaptació als nous sistemes reguladors. La inscripció del frontal de la taula correspon a aquest moment, i fa referència a aquests canvis: "Aulus Clodius Flaccus, fill de Aulus, i Numerius Arcaeus Arellianus Caledus, fill de Numerius, duumvirs amb autoritat judicial, d'acord amb el decret del consell de la ciutat, acorden igualar les mesures" (Mau 1982, 93). Segons aquest autor, una altra taula de mesures trobada a Minturnae mostra l'adopció d'aquesta nova reglamentació sota la denominació *metra exaequare* (Mau 1982, 93).

El valor del *pes monetalis* ha estat fixat per la seva mesura real retrobada als instruments de mesura o a les nombroses representacions (Choquer i Favory 2001, 72). El seu valor oficial varia entre 0,294 i 0,296 m, degut a la inexactitud dels instruments de mesura i la seva aplicació; així, quan major sigui la distància, també serà més gran la desviació. La seva denominació ve reflectida pel fet que un patró d'aquesta mesura es conservaria dintre del temple de Juno Moneta al Capitoli (Hultsch 1882, 88; Panerai 1984, 122). L'adopció del *pes monetalis* com a unitat reguladora oficial s'estendrà, per tant, a partir del darrer terç del segle I aC com a principal

---

<sup>103</sup> Livi, *Història de Roma*, VI, 20, 13, pàg. 231, edició de J. A. Villar, Biblioteca Clásica Gredos, 145, Madrid, 1990.

<sup>104</sup> Dio Casi, *Història romana*, LII, 30, 9, pàg. 155, edició de E. Cary, Loeb Classical Library, Londres, 1960.

sistema de mesures militars i civils. Com a unitat de mesura oficial, aquesta serà la que es documenti tant als relleus metrològics recuperats als *macella* imperials, que són el reflex de les unitats oficials de l'imperi, com als principals relleus funeraris d'arquitectes i mestres d'obra romans (Zimmer 1984) i a algunes de les eines de mesura emprades a la construcció (Dilke 1971; Prévot 2008; Feugère 1983, 1995).

Posteriorment, al darrer terç del segle I dC, en els viatges d'Higini el Gromàtic a la resta de províncies de l'imperi s'indica l'existència de dues unitats de mesures diferents, el *pes ptolemaicus* i el *pes drusianus*; d'aquesta comparació s'extreu que el *pes monetalis* romà és ja la unitat de mesura més comuna i estàndard a Roma, d'aquí que s'estranyi de l'existència d'altres unitats de mesura.

Malgrat l'aparent estandardització dels sistemes de mesures en època imperial, amb la implantació definitiva del *pes monetalis* com unitat oficial, aquesta unitat haurà de conviure amb d'altres, especialment a les províncies més allunyades de l'Imperi. En el capítol sobre les taules metrològiques nord-africanes (cap. 2.4.1) ja hem fet esment de la convivència, com a mínim des del segle II, del tipus oficial, el *pes monetalis*, amb els diferents sistemes de mesures vigents al nord d'Àfrica, com és el colze reial egipci i dos altres colzes de tradició fenícia. Pel que respecta al *pes drusianus*, el seu valor correspon a aproximadament 0,332 m, és a dir, el mateix valor que el peu filetari. La seva denominació es creu provindria de Drusus, germà de Tiberi, especialment brillant per les seves campanyes a Germània. El seu ús es documenta des de finals de la República, tal i com ha documentat la identificació d'una tija metàl·lica graduada descoberta a Maçon (Saône-et-Loire) (Berthélemy i Dubois 2007). Higini menciona la seva utilització per la tribu de la *Gallia Belgica* dels Tungros a principi del segle II<sup>105</sup>. Aquesta unitat és especialment utilitzada en la planificació dels establiments militars romans al nord-oest d'Europa, en convivència amb el *pes monetalis* (Walthew 1981, 15). D'aquesta manera, els estudis sobre castramentació romana a Britània i Germània han documentat aquesta dualitat de sistemes de mesures (Duncan-Jones 1980, 127; Bridger 1984, 90).

---

<sup>105</sup> Higini, *Sobre les categories de les terres*, pàg. 35, edició de M. J. Castillo, *Opuscula Agrimensorum Veterum*, Biblioteca de Textos Latinos, Logroño, 1998.



## 7.2 Metrologia romana a Hispània als moments inicials de la conquesta

Pel que respecta als moments inicials de la conquesta d'Ibèria desconeixem quin hauria estat el sistema de mesures implantat. És de suposar que, tal i com ha esdevingut amb tots els pobles colonitzadors (fenicis i grecs), aquests transportessin a la península Ibèrica les unitats de mesura que els hi eren conegudes.

Com hem pogut apreciar en altres estudis, la romanització a Hispania es caracteritza per un gran pragmatisme, sense imposició directa dels sistemes romans, sinó amb una gran adaptació a les estructures indígenes existents (Belarte *et al.* en premsa). De la mateixa manera, hi ha també un seguit de condicionants previs a la implantació d'una vertadera metrologia romana a la península Ibèrica. Així, cal distingir en primer lloc entre les colònies de nova fundació com pot ser a la nostra zona d'estudi, el cas de Valentia o Tarraco; una altra categoria són els municipis de dret llatí com Lucentum o bé ciutats federades com Saguntum totes dues restituïdes ex novo, després de la destrucció dels assentaments anteriors; una tercera categoria que marca les diferents implantacions metrologicalques són aquelles fortificacions legionàries itàliques com és el cas de Olèrdola i que tenen una funcionalitat de control de les vies i del territori; juntament amb aquest darrer cas hem d'esmentar les torres de guaita republicanes amb aquesta mateixa funcionalitat com és el cas del Puig d'Àlia i el fortí de Tentellatge.

No ens estendrem amb les noves fundacions colonials, ja que responen únicament a models itàlics implantats a la península Ibèrica, tal i com reflecteix l'adopció de components clarament romans com són les termes republicanes de València. Hem descartat també aquelles fundacions o construccions romanes datades durant el segle I aC, ja que se'n surt del límit cronològic establert per aquest treball. Hem optat així per analitzar aquelles obres defensives republicanes aïllades com són els fortins republicans del Puig d'Àlia i possiblement el de Tentellatge, tot i que aquest darrer cas no ha estat objecte d'intervencions i es desconeix la seva planta, el que en dificulta la seva interpretació metrologicala. A més a més, hem inclòs les construccions defensives de Sagunt i Lucentum, les quals presenten una característica comuna que és la important implantació anterior a la fundació republicana, que pot haver condicionat l'elecció d'un determinat sistema de mesures. En aquest sentit, és important observar el diferent grau d'adaptació metrologicala entre les noves construccions i les reestructuracions dels sistemes defensius anteriors.

En el cas d'Olèrdola, la construcció de la fortificació s'ha atribuït a un establiment legionari, però amb una important intervenció indígena, identificada gràcies a les desigualtats de l'aparell i l'execució de l'obra (Palmada 2003, 247). A la darrera publicació monogràfica s'indica el probable treball simultani de diversos obrers cadascun concentrat en un tram, tal i com es documenta a Siracusa, i que serien probablement indígenes al servei de soldats itàlics (Molist 2009, 231). Malauradament, les restes conservades del sistema defensiu romanorepublicà, tot i ser una de les muralles republicanes més ben conservades de Catalunya, ha estat objecte de nombroses refaccions que impedeixen definir quines haurien estat les mesures originals i, per tant, dificulta l'aplicació d'estudis metrològics.

#### 7.2.1 Puig d'Alia (Amer, La Selva)

La torre romana del Puig d'Alia és una construcció defensiva situada a una alçada de 498 m, amb una situació estratègica de control sobre la vall del Ter i del Brugent. L'estructura rectangular havia estat inicialment identificada com a part d'un poblat ibèric emmurallat, però una intervenció realitzada en 1977 va permetre recuperar materials que atribueixen una forquilla cronològica entre els segles II aC fins al segle I dC (Llinàs et al. 1999, 99). L'aproximació cronològica és conflictiva atès que no s'ha realitzat cap intervenció a l'interior de la torre, i la datació ha estat proposada a partir de recollides superficials i per paral·lels constructius amb la muralla fundacional de Gerunda i la muralla meridional d'Empúries, amb la qual cosa es podria parlar d'una construcció datada entre els segles II-I aC.

La torre amida exteriorment 9,70 per 7,75 m, i 12,45 m de diagonal. Els murs presenten una amplada mitjana al voltant de 1,40 m. Amb aquestes mesures proposem una restitució constructiva basada en un rectangle 3-4-5, semblant al que hem pogut observar a la torrassa del Grau Vell. Seguint aquesta proporció basada en un triangle rectangle podem arribar a individualitzar el mòdul constructiu d'aquesta estructura. Així, la divisió de les mesures proposades entre els catets del rectangle proporciona un mòdul mitjà de 1,94 m. Continuant amb la subdivisió progressiva d'aquestes unitats hem pogut identificar la unitat constructiva que es correspon amb un peu itàlic de 0,275 m (1,94 m equival a 7 peus), el mateix que hem identificat al Grau Vell, amb el qual hem realitzat una graella que superposada a la planta original de la construcció, ens mostra com l'amplada dels murs perimetrals es correspon amb 5 peus (1,375 m). De la mateixa manera, els costats de la torres haurien estat construïts seguint una base 7 lleugerament modificada en el moment de la plasmació definitiva de l'obra. Així, els costats curts es corresponen amb 28 peus (7,70 m), mentre que els

## Adaptació metrologicala vers la romanització

costats llargs es corresponen amb 35 peus (9,65 m) (fig. 187). Per altra part, la diagonal del rectangle es correspon exactament amb 45 peus (12,375 m).

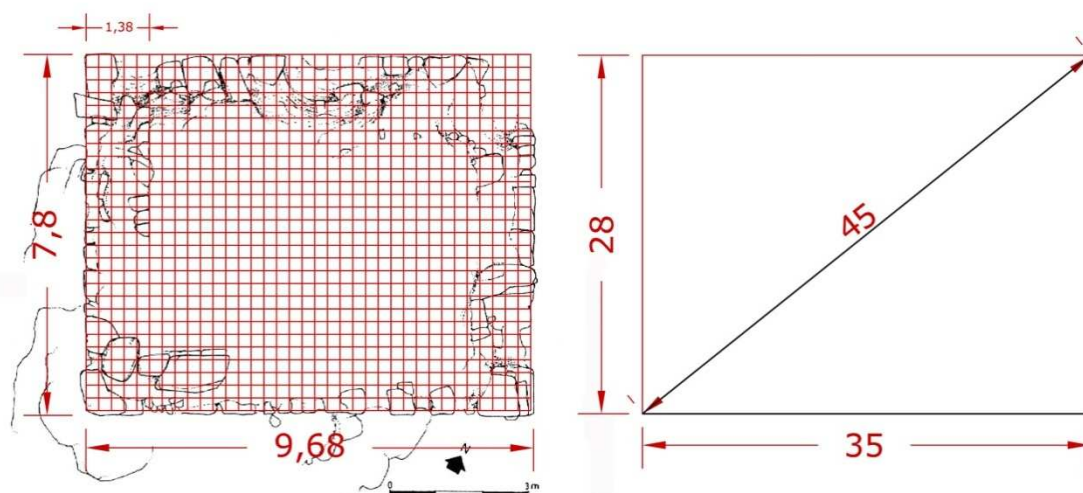


Figura 187. Planta de la torre del Puig d'Àlia amb superposició d'una graella de quadrats de 0,277 m (esquerra) (modificat a partir de Llinàs et al. 1999, fig. 6) i restitució de la planta expressada en peus (dreta).

No tornarem a valorar les propietats i avantatges d'aquest sistema de proporcions per plantejar el rectangle més senzill. La proposta d'identificació del peu itàlic com a unitat constructiva referma la datació proposada entre els segles II-I aC, moment en què, com hem esmentat, aquesta unitat seria substituïda pel *pes monetalis* romà de 0,296 m.

### 7.2.2 Sagunt (Sagunt, Camp de Morvedre)

El conjunt arqueològic del Grau Vell de Sagunt se situa a l'Alter de Colomer a la costa saguntina, a uns 6 quilòms de la ciutat actual, en una petita península de terra rodejada per la Mediterrània i la marjal dels Moros. Les excavacions portades a terme pràcticament sense interrupcions des de 1974 fins a 2002, per part de C. Aranegui i el Museu de Sagunt, han permès identificar el port de la ciutat ibèrica de Sagunt, el qual estarà en funcionament fins a la construcció el 1909 de l'actual Port de Sagunt.

La primera ocupació de la zona es data pels seus excavadors a finals del segle VI aC, quan es construeixen unes edificacions rectangulars amb murs de terra aixecats sobre còdols de riu, i disposats directament sobre la sorra de la platja. Les importacions recuperades a les intervencions indiquen un important volum de comerç entre, d'una banda, l'*oppidum* saguntí, i de l'altra, la zona de Màlaga, Eivissa i Empúries (Aranegui 2004a, 74-75). Des d'aquest primer moment de vida el port

saguntí serviria de motor econòmic de la ciutat ibèrica d'Arse-Sagunt, ja que, a més d'imbricar-la en els principals corrents comercials de l'època, també donaria sortida a les produccions locals, com indica l'abundància d'àmfores ibèriques i els fragments de galena argentífera apareguts als magatzems portuaris (Aranegui 2004b, 90). En aquest moment, el moll de descàrrega es situaria a la mateixa gola, per mitjà probablement de la col·locació de pilons (Fernández i De Juan 2008, 119). La principal transformació urbanística i arquitectònica del port del Grau Vell es correspon amb les reformes portades a terme en l'etapa posterior a la Segona Guerra Púnica. En aquest moment de primera romanització, el conjunt es transforma completament, coincidint amb la creació de la ciutat romana de *Saguntum*. La romanització al Grau Vell es manifesta amb un canvi d'orientació de les construccions, amb l'edificació d'una sèrie de magatzems disposats en sentit transversal a la mar, a diferència de les construccions antigues en paral·lel, i organitzat tot al voltant d'una torre rectangular. Juntament amb aquests canvis també es reorganitza el lloc d'atracada de les naus, amb la construcció d'un dic de 10 m d'amplada i 130 m de llargada datada entre finals del segle III i principis del segle II aC (Fernández i De Juan 2008, 124). Aquesta ordenació es mantindrà fins al baix imperi, amb petites reformes constructives en època augustal, però serà en el moment de romanització on centrarem la nostra anàlisi.

L'estudi metrològic del Grau Vell s'ha centrat en la torre edificada a principis del segle II aC. Es tracta d'una construcció de nova planta bastida sobre nivells anteriors del segle V fins a principi del segle III aC (Aranegui et al. 1985, 203; Hernández 1991, 61), i que reflecteix un canvi tipològic i de tècnica constructiva respecte de les construccions anteriors. Presenta una planta rectangular amb l'interior buit, realitzada amb blocs de pedra sorrenca disposats en filades regulars, i escairades als angles (Barrachina et al. 1984, 209). Les restes conservades tenen una potència de 2,7 m, i corresponen únicament a nivells de fonamentació de l'estructura defensiva, ja que no s'ha documentat el nivell de funcionament d'aquest recinte. L'accés, per tant, és desconegut i s'ha plantejat la possibilitat d'un accés superior en rampa, ja que s'han identificat dos murs exteriors, als vessant nord i oest que podrien reforçar aquest accés a l'interior (Aranegui 2004a, 81; Hernández 1991, 61-62).

La identificació d'aquesta estructura com a torre es va determinar a la campanya d'excavacions de 1983 (Barrachina et al. 1983). Tot i que la datació d'aquesta estructura es va poder efectuar a l'excavació de l'any següent, hem decidit prendre les dimensions aportades per la primera campanya, que es confirmen en el tractament

## Adaptació metrologicala vers la romanització

digital de la planta que hem efectuat. Així, el cos central de la torre o torrassa amida exteriorment 6,6 m al seu costat llarg, i 5 m al costat curt<sup>106</sup>. L'estructura es troba afectada al seu costat est per la construcció d'una cisterna moderna que ha fet desaparèixer aquest tram de mur. Per altra part, els murs conservats sud, est i oest presenten una amplada comuna situada entre els 0,80 i 0,90 m, mentre que el mur nord té una amplada una mica superior, entre 1 i 1,10 m. Igualment, els murs que flanquegen la torrassa per l'exterior, i que funcionarien conjuntament amb aquesta estructura, tenen la mateixa amplada (0,80 m) en el cas del mur occidental, mentre que el mur nord presenta una amplada menor (0,62 m), si bé, com indiquen els seus excavadors, la tècnica de la cara interna "no té aspecte de mur" (Barrachina et al. 1983, 210) i l'amplada total d'aquest mur podria estar modificada.

En una primera aproximació metrologicala i geomètrica hem pogut identificar un plantejament constructiu basat en un triangle rectangle 3-4-5. Aquest plantejament geomètric presenta l'avantatge de tractar únicament amb números sencers i racionals. D'aquesta manera, seguint aquest sistema de proporcions vàrem decidir descomposar les dimensions recuperades (a les quals hem de sumar la diagonal o hipotenusa que fa 8,3 m) entre aquests números sencers, el que ens va proporcionar un patró comú de 1,665 m (fig. 188). Un cop identificat aquest patró que es repeteix a tots els costats de la torrassa, hem plantejat la superposició a la planta original d'una malla o xarxa amb quadrats de costat 1,665 m amb tres fileres i quatre columnes, que encaixen perfectament amb la planimetria. La subdivisió d'aquesta malla en dues ens va permetre comprovar com l'amplada dels murs sud, est i oest es correspon exactament amb la meitat d'aquest quadrat inicial de 1,665 m, és a dir, 0,8325 m. Així, un cop establert aquest sistema de proporcions i després de tornar a subdividir aquesta malla hem arribat a identificar la unitat modular emprada per la construcció de la torrassa. Aquesta darrera divisió ens va donar una mesura de 0,4162 m, el que es correspon amb l'adaptació en forma de colze d'un peu de 0,278 m.

---

<sup>106</sup> La identificació d'un altra torrassa 400 m al sud amb les mateixes dimensions que la torre del Grau Vell ens mostraria un establiment portuari amb dues torres de control de la costa (Hernández 1991).



Figura 188. Planta del Grau Vell amb indicació de les principals mesures en m (modificada a partir d'Aranegui et al. ) (esquerra); a la dreta superposició d'una malla de tres fileres i quatre columnes quadrades de 1,665 m de costat i subdivisió interior en unitats modulars de 0,278 m.

Amb aquesta unitat base es planteja una restitució del conjunt basada en un rectangle de 18 peus al costat curt, 24 peus al costat llarg, i 30 peus a la seva diagonal o hipotenusa<sup>107</sup> (fig. 189).

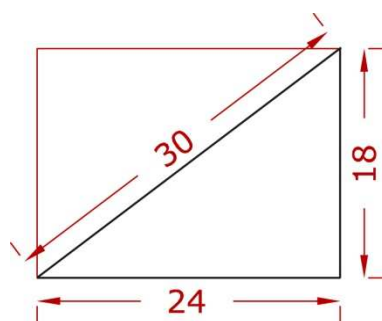


Figura 189. Proposta de restitució de la planta de la torrassa del Grau Vell amb una proporció 3-4-5 i expressada en peus de 0,277 m.

En resum, trobem un rectangle de proporcions senzilles –probablement es tracta de la manera més fàcil de plantejar un rectangle- i altament funcionals. La identificació d'aquest tipus de descomposició geomètrica de la qual disposem de dos exemples d'utilització en l'arquitectura ibèrica, la torre IV del Puig de Sant Andreu i la torrassa de l'Empedrola, ambdues bastides durant el segle IV aC, ens porta a no descartar l'atribució ibèrica d'aquesta construcció, apuntada per H. Bonet i C. Mata en comparar la tècnica constructiva amb la de la muralla ibèrica de Sagunt del segle IV aC (Bonet i Mata 1991, 19). Un aspecte a favor d'aquesta interpretació és apuntat per C. Aranegui,

<sup>107</sup> Les variacions són pràcticament inapreciables, i no han de ser tingudes en consideració, ja que unes desviacions petites poden ser el resultat de la plasmació al terreny d'aquest plantejament constructiu.

## Adaptació metro Lògica vers la romanització

que indica com la tècnica constructiva de la torrassa no s'assimila amb la de les torres romanorepublicanes de la ciutat de *Saguntum*, datades amb una cronologia similar. En aquest sentit, la metrologia o la identificació d'una unitat de mesura determinada no pot venir a dirimir aquesta dualitat. Per una part, aquesta unitat de mesura no és aliena al món ibèric, ni al món grec occidental, com hem provat en aquest treball i, per altra part, és especialment coneguda a la península Itàlica on, probablement importada de les colònies gregues del sud, serà adaptada a les construccions itàliques fins a la implantació definitiva del peu romà que podem denominar estàndard de 0,294-0,296 m (Giuliani 1976, 116).

La utilització d'aquesta unitat de mesura al món romà es documenta des del segle II aC, amb exemples com el santuari de Juno a *Gabii* (Almagro-Gorbea i Jiménez 1982) on s'identifica l'ús com a patró regulador del peu de 0,296 m, aplicat mitjançant el triangle de proporcions 3-4-5, tal i com s'ha proposat també a la torrassa del Grau Vell de Sagunt.

La contrastació de la torre amb algunes construccions dels primers moments de romanització documentades al nord-est peninsular mostra certs trets diferencials. Per una part, la unitat de modulació identificada al Grau Vell és la braça o vara de sis peus, aquí expressada en els mòduls 18-24-30; aquesta unitat contrasta amb l'aplicació sistemàtica de la *pertica* o *decempedae* documentats a les Guàrdies del Vendrell, el Turó de Sant Miquel de Vinebre, el Turó Rodó de Lloret de Mar, i també al Santuari de Juno de Gabii. Aquesta dualitat podria remetre a una perdurabilitat de les unitats de modulació ibèriques força documentades durant l'ibèric ple, amb el resultat d'una continuïtat de les tradicions constructives ibèriques que es podria interpretar com una adaptació inicial romana als corrents anteriors, fins a la imposició posterior de les noves tendències arquitectòniques. Per altra part, la unitat de mesura proposada ha estat identificada també en construccions iberoromanes com les Guàrdies. Aquest fet ens obre una doble via d'interpretació: que aquesta unitat fos l'emprada inicialment, en els primers moments de la romanització, i que posteriorment s'acabés imposant el peu clàssic de 0,296 m. Aquest fet es veuria ratificat per l'adopció d'aquesta unitat en construccions posteriors com Sant Miquel de Vinebre.

D'altra banda, cal valorar també la possibilitat de la convivència de dues unitats de mesura dintre d'un mateix assentament, si entenem Sagunt i el seu port com una unitat. D'aquesta manera, el capitolí de Sagunt edificat en un període comprés entre el 200 i el 175 aC (Aranegui 2005, 134), és a dir, en un moment similar al de la torrassa del Grau Vell, tindria una restitució modular basada en un peu de 0,2975 m, que es

correspon amb una amplada de 40 peus per 48 peus de llargada (11,9 per 14,28 m) (Aranegui 1987, 158; Aranegui 2004a, 101) que, com indica l'arqueòloga valenciana «[...] se aprecia la intervenció de arquitectos distintos a los ibéricos, aplicando esquemas y módulos que no pueden derivarse de la tradición local [...]» (Aranegui 1987, 157) (fig. 190)

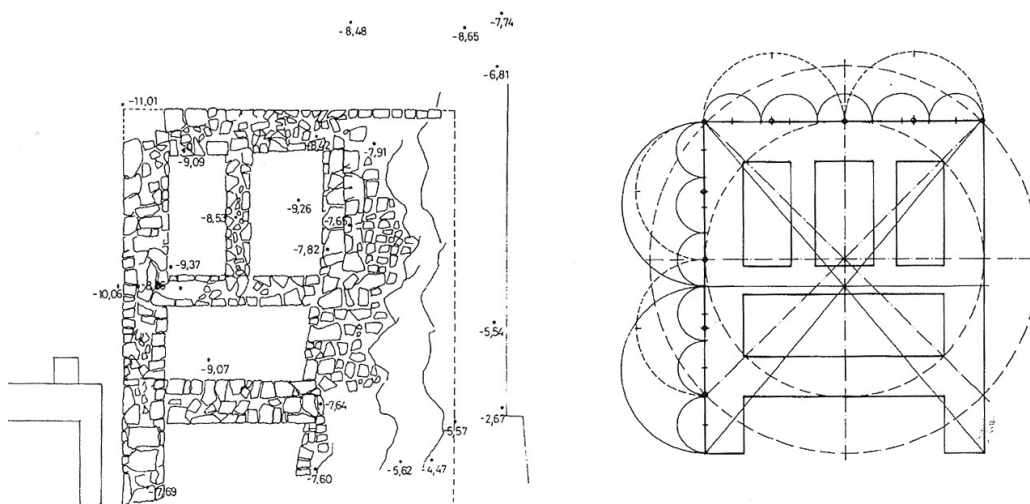


Figura 190. Planta del podi del temple capitolí de Sagunt i proposta de modulació a partir d'un pes monetaris de 0,296 m (segons Aranegui 1987, 158).

Aquesta mateixa unitat modular l'hem pogut identificar a una torre republicana del Castell de Sagunt, fins a l'actualitat l'única que ha estat excavada estratigràficament (Pascual i Aranegui 1993). La torre situada al vessant nord del castell és aprofitada en època medieval per bastir una de les portes de la fortalesa, i de la construcció d'època republicana resta només la part inferior, construïda amb una tècnica similar al capitolí, mitjançant grans blocs de pedra escairada al seu exterior, amb potent encoixinat als angles característic de les construccions republicanes a *Hispania*. La cronologia de la construcció es situa a principis del segle II aC, és a dir, en el mateix moment de l'edificació del conjunt de culte, i fruit de la reedificació itàlica posterior a la segona guerra púnica. Exteriorment la construcció amida 9,5 per 8,3 m, amb una amplada de murs de 1,8 m (Pascual i Aranegui 1993, 191). D'aquestes mesures es desprèn un rectangle de proporcions 8:7, el que dona com a resultat un costat llarg de 32 peus de 0,296 m per un costat curt de 28 peus de 0,296 m, amb una amplada dels murs corresponent a 6 peus (fig. 191).



## Adaptació metrologicala vers la romanització

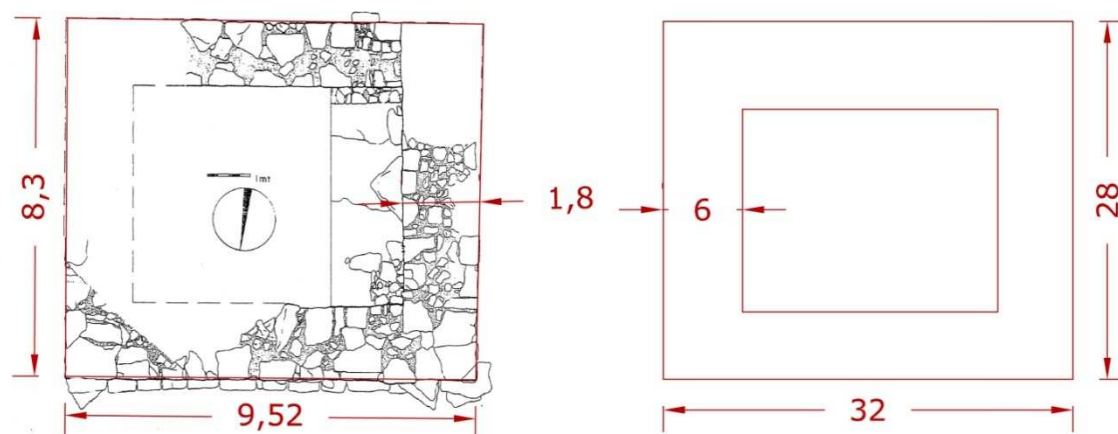


Figura 191. Planta de la torre republicana de Sagunt amb indicació de les principals mesures en m (modificada a partir de Pascual i Aranegui 1993, fig. 3) (esquerra); a la dreta, proposta de restitució de la planta seguint un rectangle de 32 per 28 peus.

Per altra part, l'escassetat de restes disponibles de la ciutat ibèrica de Sagunt no ens permet proposar la identificació de les unitats modulars emprades pels ibers saguntins. El fet de disposar únicament d'un llenç de la muralla ibèrica del segle IV aC excavat (Rouillard 1979), i altres llenços identificats en prospeccions i per topografia (Olcina 1987; Martí-Bonafé 1998) no permet fer una restitució modular i metrologicala de la important ciutat ibèrica de Sagunt (fig. 192).

Per a finalitzar, al conjunt de Sagunt podem proposar una dualitat a nivell mètric, que es reflecteix en l'adaptació i diferenciació de dues unitats de mesura al conjunt portuari i a la ciutat. La coexistència de dues unitats de mesura és una qüestió ja plantejada anteriorment en el cas de la ciutat fenopúnica de Mozia i que, també en aquest cas, obre una nova via d'interpretació. En el cas de Mozia es diferenciava l'ús de les dues unitats de mesura depenent de la construcció a la qual anaven destinades: així mentre que als temples s'usava una unitat, el sistema defensiu i les portes estarien fent servir una unitat diferent. En el cas saguntí plantejem una diferenciació metrologicala espacial entre el Grau Vell i l'assentament del castell, corresponent a la *Saguntum* romana. Per tal d'explicar aquesta diferenciació es pot proposar una lleugera variació cronològica entre aquestes tres construccions, o bé la participació d'equips de constructors diferents que haurien emprat unitats de mesura diferenciades, sense excloure la implicació ibèrica en l'obra de la torrassa morvedrina.



1.



2.

Figura 192. Principals restes conservades del sistema defensiu ibèric del castell de Sagunt: 1. Llenç situat en el costat més occidental de l'assentament, murs en angle recte de 16 i 6 m respectivament, realitzats en aparell megalític; 2. Muralls dels Tres Pouets. Llenç de murs poligonals de doble parament excavats per P. Rouillard.



### 7.2.3 Lucentum (Alacant, Alacantí)

En el cas de l'assentament del Tossal de Manises, del qual ja hem fet esment en relació a la seva imponent fortificació datada a finals del segle III aC, un cop la ciutat passa a mans romanes es produeix una important transformació del seu sistema defensiu, que es veu reflectida en un reforç de l'anterior muralla, doblant pràcticament el seu gruix i adosant-hi noves torres defensives rectangulars que venen a substituir a les obres precedents.

Aquestes torres presenten una tècnica constructiva diferent a les altres, ja que estan fetes amb carreus disposats de llarg i de través (Olcina i Pérez 1998, 58). Interiorment es troben reblits de toves, tal i com es documenta també a la muralla republicana de Tarragona, el que facilita una major resistència als atacs de la maquinària d'assalt. La torre més coneguda d'aquest nou sistema defensiu és l'anomenada torre "del toro", ja que mostra el cap d'un toro en posició frontal, amb un caràcter clarament profilàctic (fig. 193).



Figura 193. Vista frontal de la torre III, també coneguda com torre "del toro" corresponent a la segona fortificació del Tossal de Manises.

Aquestes torres presenten unes dimensions inferiors a les torres del recinte defensiu d'època bàrquida. D'aquesta manera, la torre I té unes mesures de 7,1 de

frontal per 3,15 m d'amplada; la torre III amida 7,05 per 3,05 m; mentre que la torre IV presenta unes dimensions de 7,3 per 5,6 m.

Podem observar com les torres I i III tenen unes dimensions mitjanes de 7 per 3 m, amb la qual cosa es pot plantejar que totes dues responen a un mateix pla constructiu. Pel que respecta a les mesures, el paral·lel més directe el podem trobar al sistema defensiu de la colònia llatina de Cosa fundada al 273 aC, on es disposen torres rectangulars de 7 per 3 m separades entre sí a una distància de 100 peus (Palmada 2003, 263). La divisió entre els dos costats de les torres proporciona un valor de 2,3 que pot aproximar-se a una proporció d'arrel quadrada de 5 (2,23), de la qual ja hem fet referència en el capítol sobre les proporcions a l'antiguitat (cap. 6.1.4). En aquests dos casos proposem una restitució metrològica basada en el *pes monetalis* d'aproximadament 0,3 m, de manera que podem obtenir una planta rectangular de 23 per 10 peus. Pel que respecta a la torre IV, la divisió entre els dos costats proporciona un valor de 1,3 que s'aproxima a una proporció basada en triangles rectangles 3-4-5 (1,33). A partir d'aquesta relació obtenim un mòdul constructiu situat entre 1,82 i 1,86 m, del qual podem extreure una hipotètica unitat constructiva d'aproximadament 0,3 m, corresponent a 6 vegades el mòdul anterior. Obtenim així una planta rectangular de 24 per 18 peus (7,2 per 5,4 m) (fig. 194).

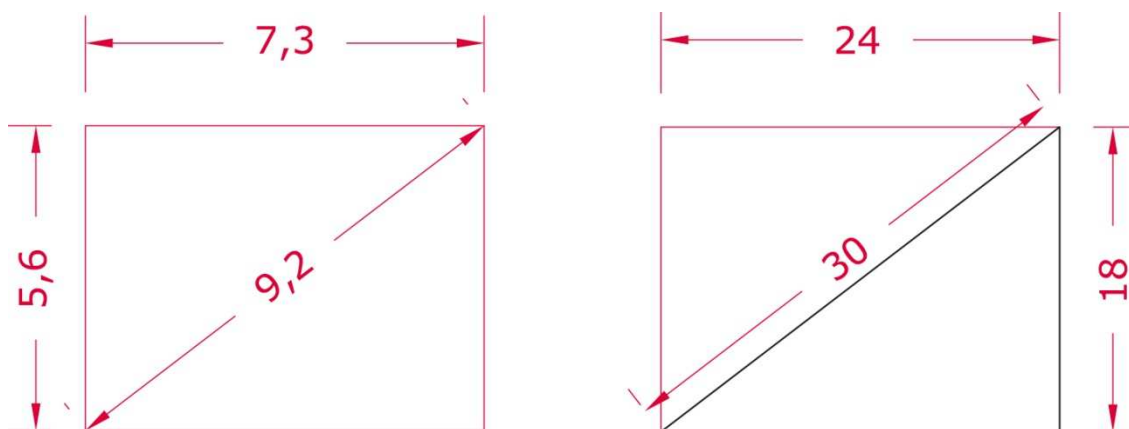


Figura 194. Planta esquemàtica de la torre IV de Lucentum amb indicació de les mesures en m (esquerra) i proposta de restitució en peus (dreta).

### 7.3 Adaptació i transformació de la metrologia ibèrica durant la romanització

El fenomen de la romanització es caracteritza per una sèrie de complexes interaccions de les estructures polítiques, socials, econòmiques, culturals i ideològiques ibèriques i romanes. Cal entendre la romanització com un element recíproc i d'intercanvi entre totes dues cultures. Així a nivell metrològic es presenten

## Adaptació metrologicala vers la romanització

diverses propostes que mostren aquesta adaptació de la cultura ibèrica dintre del primers moments de romanització. És aquest un aspecte que no ha estat considerat en la recerca, degut principalment a l'escassetat de dades arqueològiques que permetin presentar estudis de conjunt i de síntesi. Els assentaments analitzats presenten la característica, per una part, de ser construïts de nova planta durant el segle II aC, com és el cas del Turó Rodó o el Tossal de la Cala, o bé de ser remodelats completament en aquest segle. Tots aquests assentaments mostren una factura típicament ibèrica com es reflecteix per la utilització del sòcol de maçoneria lligat amb terra i elevació de toves, la presència de llars de foc amb preparació ceràmica i els nivells d'ocupació realitzats amb terra compactada. La cultura material, per altra part, mostra una fàcies típicament ibèrica amb materials propis del segle II aC i caracteritzada per la introducció de vaixel·la importada de procedència eminentment itàlica, que mostra un canvi en els patrons econòmics de les societats ibèriques tardanes.

### 7.3.1 Les Guàrdies (El Vendrell, Baix Penedès)

L'assentament iberoromà de les Guàrdies va ser descobert i excavat en extensió amb motiu d'una intervenció preventiva, en què es va documentar un conjunt ibèric datat entre els segle IV i I aC (Morer i Rigo 2003, 327-328), amb dues fases constructives diferenciades.

El primer assentament s'emmarca dintre del període de l'ibèric ple (segles IV-III aC), moment al qual corresponen una sèrie d'estructures que comprenen tot el procés metal·lúrgic, des de l'extracció del mineral fins a la conformació dels objectes, així com un petit espai d'hàbitat i de treball relacionat amb la producció del metall. Tot aquest conjunt serà abandonat a finals del segle III aC.

Posteriorment, durant el segle II aC es realitza una nova construcció *ex novo* al sector est de l'assentament. Aquesta segona fase es caracteritza pel canvi en el sistema social, econòmic i cultural, ja que s'abandona l'explotació i producció del ferro, i es configura un assentament rural iberoromà amb un sistema productiu d'autoconsum.

La segona fase es caracteritza a nivell arquitectònic per la presència d'un gran edifici de planta rectangular d'aproximadament 380 m<sup>2</sup>, separat en cinc àmbits simètrics. La tècnica constructiva remet a un horitzó típicament ibèric: els murs tenen sòcol de pedra i alçat de terra, els paviments són de terra piconada, i les estances es doten de llars de planta quadrangular amb una preparació de ceràmiques planes i

argila refractària. La cultura material mostra un predomini de la ceràmica a mà de factura ibèrica, amb l'adopció d'importacions itàliques, el que indica la transformació de la comunitat ibèrica i l'adaptació als models comercials romans.

La planta general de l'assentament mostra un plantejament racional inicial que afecta tot el conjunt de l'hàbitat, format per un rectangle quasi perfecte amb un destacat treball de maçoneria i de racionalització dels angles rectes. Un tipus de planta, per altra part, aliè al món ibèric i allunyat dels hàbitats rurals ibèrics com el del Fondo del Roig de Cunit (Garcia et al. 1996). D'aquesta manera, la tipologia de l'assentament cal posar-la més en relació amb les primeres vil·les rústiques del territori català, com l'edifici I del Vilarenc (Calafell, Tarragona) (Revilla 2003, 285-302).

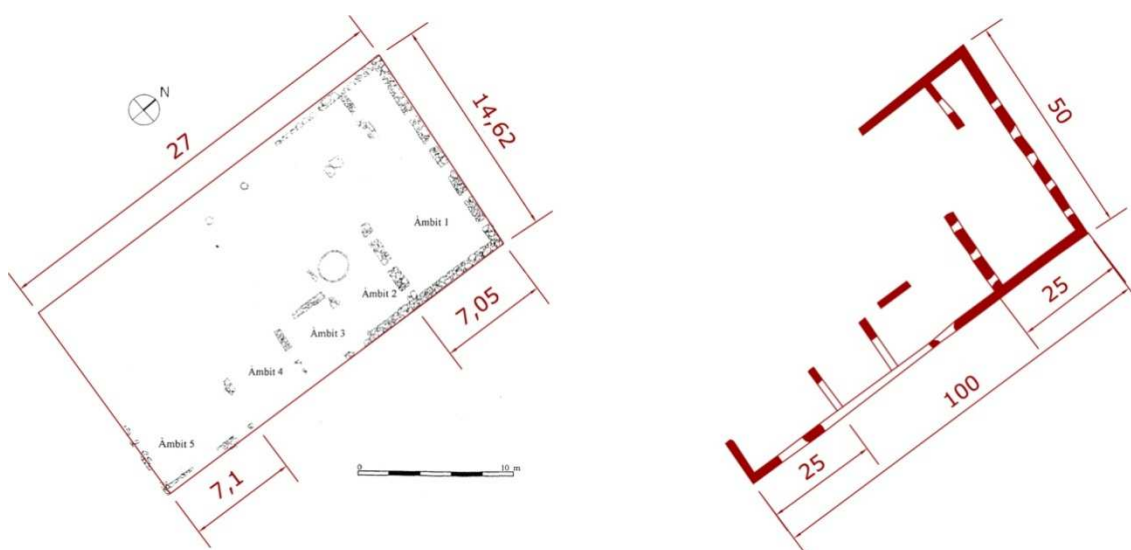


Figura 195. Planta de l'edifici est de les Guàrdies, amb indicació de les principals mesures en metres (modificat a partir de Morer i Rigo 2003) (esquerra); a la dreta restitució de la planta amb les principals mesures expressades en peus.

L'anàlisi metrològica ha pogut ser aplicat a tot el conjunt de l'assentament, amb l'objectiu de poder apreciar quin ha estat el plantejament primigeni, i restituir així el pla constructiu i el mòdul base. Les mesures exteriors són d'aproximadament 27 per 14 m, mentre que l'espai intern es divideix en àmbits regulars de 7 per 14 m. Un primer apropament a aquestes mesures mostra una concepció inicial de l'espai que cerca la senzillesa en el plantejament constructiu, amb objecte de distribuir l'espai de forma simple i racional. Així, podem apreciar com el conjunt general ha estat construït seguint una proporció senzilla 1:2, una de les formes més simples de construir un rectangle, mitjançant l'addició de dos quadrats de 14 m de costat per a configurar una planta rectangular de 27-28 m de costat llarg. Aquest mateix plantejament s'aplica a l'interior de l'edifici amb la voluntat de distribuir l'espai seguint el mateix senzill sistema

## Adaptació metrologicala vers la romanització

de proporcions. Mitjançant l'anàlisi detallada es planteja com a mòdul base de la construcció un *pes oscus* de 0,27-28 m, que encaixa perfectament amb les mesures generals i permet fer unes projeccions senzilles. D'aquesta manera, podem apreciar un rectangle general de 50 per 100 peus, mentre que l'espai intern ha estat dividit en recintes de 25 per 50 peus (fig. 195). Els murs interns, tot i presentar una major variabilitat, presenten una amplada regular de dos peus (0,56 m).

### 7.3.2 Turó Rodó (Lloret de Mar, La Selva)

El poblat ibèric del Turó Rodó és un assentament de factura típicament ibèrica, la construcció del qual es situa al voltant del 200 aC. La seva excavació integral ha permès definir l'evolució urbanística del poblat (Llinàs *et al.* 2005, 401-410; Frigola *et al.* 2009). En el seu moment fundacional la configuració de l'assentament mostra la morfologia dels poblats en barrera (Sanmartí, Santacana 1994, 31), amb un conjunt de set departaments o estances adossades a la part interna de la muralla compartint paret mitgera i obrint-se cap a un espai central obert.

El conjunt del poblat respon a un pla constructiu primigeni, que no evoluciona en excés durant el moment d'ús de l'assentament. Únicament es documenten reformes internes, així com una ampliació del sistema defensiu. Urbanísticament, el pla constructiu és similar al del proper poblat ibèric del Puig Castellet, l'abandonament del qual deu situar-se en el moment de fundació del poblat del Turó Rodó. La disposició de les cases en la darrera etapa del poblat del Puig Castellet (finals del segle III aC) es caracteritza per la presència d'espais longitudinals amb una sala avançada, que serà el mateix model constructiu que trobem a l'assentament del Turó Rodó.

L'estudi dels materials remet a un horitzó típicament ibèric, però ja dintre d'una política romana, com mostra el fet que els únics materials importats són ceràmica campaniana A i àmfora grecoitàlica.

L'estudi mètric s'ha centrat en la totalitat de les estructures de l'assentament, el que ha permès observar com existeix una solució constructiva modular que es repeteix en tots aquests espais. Els recintes d'hàbitat presenten tots una amplada similar, que es situa en una mitjana d'aproximadament 2,90 m. Les petites diferències entre aquests espais han de considerar-se com un mínim marge d'error en el plantejament constructiu, ja que aquests no són necessàriament sempre perfectes i ortogonals; a més, cal mencionar l'adaptació a l'escarpada topografia del terreny. Així mateix, el mur de delimitació té una amplada mitjana de 0,85 m, la porta d'accés té una llum de 1,20

m, i els murs de compartimentació dels diferents departaments tenen una amplada mitjana de 0,30 m.

Sobre aquest conjunt de dades, la proposta de restitució modular i urbanística es basa en un mòdul d'aproximadament 0,29-0,30 m, que es correspon amb el pes monetalis romà. Seguint aquest plantejament, s'observa com la distribució de les estances està basada en un mòdul de 10 peus romans. Aquest mòdul coincideix amb la *pertica* o *decempedae* romana, equivalent a 10 peus, i que és l'adaptació romana de la braça grega de 6 peus. La resta de mesures també poden ser presentades seguint una modulació romana. Així, l'amplada de la muralla o mur perimetral es pot expressar amb 3 peus (0,88 m), l'obertura de la porta equival a 4 peus (1,18 m), i l'ample dels murs interiors tenen un mòdul menor que equival a un peu romà (0,297 m) (fig. 196).

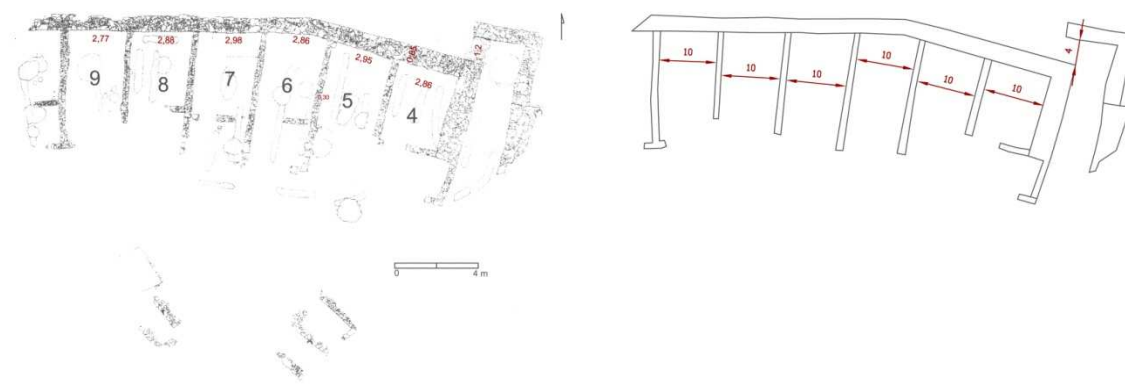


Figura 196. Planta del Turó Rodó amb separació dels departaments (modificada a partir de Llinàs et al. 2005); restitució de la planta amb indicació de les mesures expressades en peus.

En un curt període de temps (finals del segle III-principis del segle II aC) es produeix un canvi en l'esquema modular utilitzat per les comunitats ibèriques, que provoca la ràpida adaptació del sistema modular romà, tant en la seva unitat estàndard com en la seva plasmació tècnica. La comparació amb l'assentament del Puig Castellet permet apreciar aquesta transformació adoptada per la societat ibèrica, com demostra el canvi de la unitat modular entres tots dos assentaments.

### 7.3.3 Sant Miquel (Vinebre, Ribera d'Ebre)

El poblament iberoromà de Sant Miquel de Vinebre se situa en una posició estratègica de control d'un dels passos natural del riu Ebre. La construcció del poblament presenta dues fases ben diferenciades, la cronologia de la primera se situa entre el segon quart del segle II aC i la primera meitat del segle I aC.



## Adaptació metrologicala vers la romanització

A la primera fase constructiva correspon la planificació interna de l'assentament amb la distribució dels departaments separats per vies longitudinals i transversals. En aquest moment, el poblat es dota d'un primer sistema defensiu compost per una muralla de barrera, una porta lateral i una possible torre de factura típicament ibèrica.

L'anàlisi detallada de les mesures ha portat a proposar l'ús d'un patró de mesures de 0,32 m com a mòdul regulador d'aquest primer sistema defensiu (Genera et al. 2005, 104-105) (fig. 197). Aquest patró ha estat interpretat per l'historiografia recent com a peu de factura ibèrica (Moret 1998, 87; Moret 2002, 202), i que actualment sembla correspondre amb el patró característic de la zona inferior de l'Ebre en època ibèrica plena, com hem esmentat anteriorment.

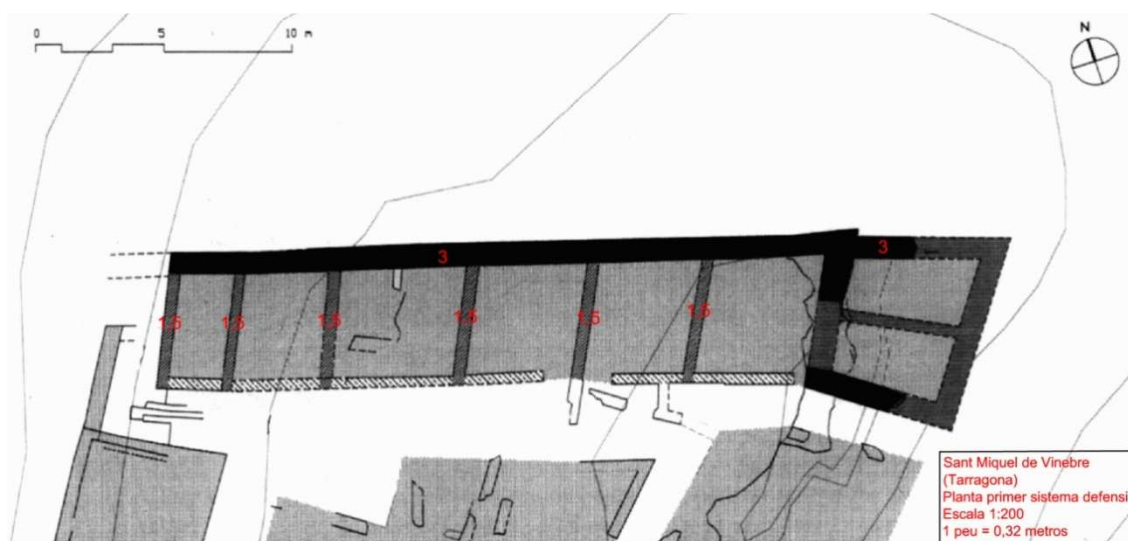


Figura 197. Planta del primer sistema defensiu de Sant Miquel de Vinebre i proposta de restitució metrologicala (modificada a partir de Genera et al. 2005, 642).

El segon sistema defensiu del poblat es troba ja immers dintre de la primera meitat del segle I aC, és a dir, en un context ja pròpiament romà. Consisteix en un reforçament del primer sistema defensiu, que consta d'una muralla avançada amb contraforts, i un hipotètic pas de ronda desmuntable. L'anàlisi metrologicala realitzada en aquest segon sistema defensiu ha permès comprovar com el conjunt de les distàncies pot ser expressat mitjançant un mòdul equivalent al *pes monetalis* de 0,296 m (Genera et al 2005, 632) (fig. 198). Aquest fet suposaria el canvi en el patró metrological en un curt període de temps, provocar per la pura immersió dels habitants dintre del sistema regulador romà.

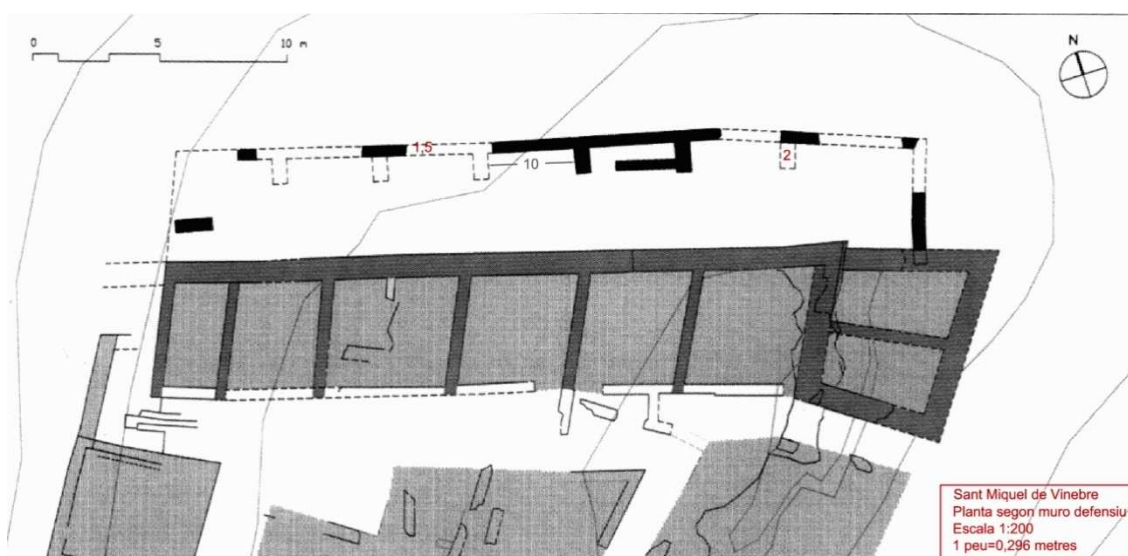


Figura 198. Planta del segon sistema defensiu de Sant Miquel de Vinebre, amb proposta de restitució metrològica (modificada a partir de Vinebre et al. 2005, 643).

#### 7.3.4 Tossal de la Cala (Benidorm, Marina Baixa)

L'assentament iberoromà del Tossal de la Cala se situa en un turó costaner de 103 m d'alçada entre les actuals poblacions de Finestrat i Benidorm. L'hàbitat va ser objecte d'un primer sondeig realitzat pel pare Belda, on es va recollir nombrós material dipositat al museu d'Alacant (Belda 1950-1951). La descripció realitzada en aquell moment és fonamental per entendre la disposició urbanística, ja que posteriorment el cim del turó seria escapçat i aplanat. La segona i principal excavació va ser efectuada a l'estiu de 1956 per part de Miquel Tarradell i Alejandro Ramos, amb motiu de les obres d'urbanització del turó que afectaven a l'assentament. Posteriorment, s'ha realitzat una nova intervenció d'urgència, així com un treball de reestudi dels materials i les restes arquitectòniques (Garcia Hernández 1986). Des d'aquest moment, l'assentament ha restat en l'oblit i pràcticament desaparegut sota la pressió urbanística tan característica de la regió.

Urbanísticament, l'assentament respon a la tipologia dels poblats d'erola (Sanmartí i Santacana 1994, 30), altament documentada a la cultura ibèrica a jaciments com el Puig Castellar de Santa Coloma de Gramenet, la Moleta del Remei o el Tossal de Sant Miquel. Respon, per tant, a un model edilici ibèric amb carrers radials adaptant-se al vessant i cases adossades compartint paret mitgera.

La datació d'aquestes estructures se situa entre els segles II i I aC, moment al qual corresponen la majoria d'importacions recuperades, així com la ceràmica ibèrica identificada corresponent a l'estil Elx-Arxena (Llobregat 1972, 61; Tarradell 1985, 115;

García Hernández 1986, 56). Aquesta cronologia ha estat refermada per la descoberta recent d'un àrea industrial propera, datada novament entre els segles II i I aC i que hauria de posar-se en relació indubtablement amb l'assentament del Tossal de la Cala (López Seguí i Torregrosa 2006).

Seguint les descripcions realitzades a les diferents publicacions estem davant d'un assentament típicament ibèric, amb un barri situat al cim del turó amb un carrer exterior de petites dimensions (0,85 m), que el separava d'un conjunt de departament situats al vesant de manera radial, adossats al llenç interior de la muralla. El fet de documentar-se un únic moment d'ocupació extensiu a tot l'assentament fa pensar que totes aquestes construccions responen a un mateix pla constructiu.

El pare Belda ens informa de l'excavació de 27 departaments al costat nord, de les quals no es presenta cap planimetria ni croquis, mentre que únicament es disposa de la descripció efectuada, on es comenta que tenien unes mides regulars de 4 m de llargada per 3 m d'amplada i estaven realitzats en maçoneria i alçat de terra lligada amb fang. Els paviments eren anivellaments de terra amb llar central i sostre realitzat també amb terra (Belda 1950-1951, 82-83). Per la seva part, les excavacions de Miquel Tarradell i Alejandro Ramos van documentar un nou conjunt de departaments pertanyents al costat sud del barri inferior; aquests van ser excavats de nou per F. García (1986) que ens indica que tenen una amplada mitja de 3 m per 3,5 m de llargada.

Per al nostre estudi ens hem hagut de basar en aquesta darrera descripció i en la planimetria publicada. Cal posar en relació, per tant, les mesures facilitades per F. García amb les mesures de les estances excavades del pare Belda, tenint en consideració que les darreres intervencions no van identificar el mur de tancament inferior i la llargada de les estances hauria de ser, per tant, superior.

Aquest conjunt de mesures ens mostren un esquema urbanístic d'arrel clarament ibèrica i plantejat a partir d'un esquema preconcebut. En aquest sentit, hem de comparar el model constructiu amb l'emprat a l'assentament iberoromà del Turó Rodó. Tal i com ocorre a l'assentament català, les estances estan adossades a la muralla exterior i comparteixen paret mitgera, a més de tenir les mateixes dimensions generals (tres metres d'amplada i una llargada variable adaptant-se al relleu). Proposem, per tant, la utilització al Tossal de la Cala del mateix esquema modular, a partir del peu de 0,296 m que hem proposat al Turó Rodó.

Aquesta restitució planteja, no obstant, una sèrie d'interrogants difícil de resoldre. En el cas de l'assentament català, hem proposat l'adopció d'un plantejament constructiu romà immers dintre d'una tècnica constructiva clarament ibèrica. La mateixa interpretació hauria de ser, per tant, vàlida en el cas del Tossal de la Cala dintre del primer context de romanització a la regió d'Alacant. En qualsevol cas, també volem plantejar que aquesta coincidència de mesures pugui respondre més a un mateix recurs constructiu i no tant a la utilització d'una mateixa unitat de mesura. Creiem considerar aquest punt per la identificació del mateix esquema modular que hem realitzat a l'assentament ibèric d'època clàssica del Puntal dels Llops d'Olocau. D'aquesta manera, es pot plantejar que la utilització del mateix mòdul constructiu tant al Tossal de la Cala com al Turó Rodó pugui respondre a una continuïtat de les tradicions edificies ibèriques o bé que, en tots tres casos, la uniformitat de dimensions estigués condicionada pels troncs de fusta disponibles. En aquest sentit, cal esmentar l'estudi de M. Biewers sobre l'hàbitat tradicional de tres viles de Jordània, on les tècniques constructives són pràcticament idèntiques a les emprades per la societat ibèrica i es menciona el paper important de la fusta a l'hora de condicionar les dimensions interiors d'un edifici (Biewers 1995, 42). La utilització de manera corrent del pi per la coberta limita les mesures de l'espai interior a unes amplades de 2 a 3 m.

En tots aquest casos podem observar una imbricació entre la influència itàlica i l'art de construir ibèrics, el paral·lel més proper de la qual el podem trobar en l'assimilació de les mesures constructives púniques en tipologies arquitectòniques romanes, tal i com esdevé al nord d'Àfrica fins al segle III dC. Així, la implantació de la unitat de mesura romana dintre d'un plantejament constructiu ibèric pot respondre a la voluntat d'assimilació indígena, dintre d'un lent procés de transformació i adaptació gradual dels esquemes romans.

Mitjançant aquests exemples comprovem el diferent grau d'acceptació de les solucions ibèriques a les solucions d'herència romana. Per una part, les tècniques constructives i l'urbanisme ibèric continuen vigents durant la romanització, i l'adopció dels plantejaments romans es realitza mitjançant la interpretació indígena d'aquests models. D'aquesta manera, el fenomen més clar és l'adaptació del plantejament modular romà de la *pertica* o *decempeda* de 10 peus romans, l'ús de la qual s'ha pogut documentar als tres assentaments analitzats, en un intent de simplificació i reducció geomètrica de la construcció. Conjuntament al sistema de proporcions, les unitats de mesures utilitzades responen a un horitzó tardo-hel·lenístic que es representa en l'adaptació del *pes monetalis* de 0,296 m, i el *pes oscus* de 0,275 m.

## 8. Conclusions

### 8.1 Métrologie ibérique durant la période ibérique classique: premières systématisations des mesures

L'adoption des patrons géométriques méditerranéens dans l'architecture ibérique, pendant le moment de transition entre la période ibérique ancienne et la période ibérique classique (VIe-Ve s. av. J. -C) montre la conséquente adaptation des systèmes de mesure de surface, sans lesquels ces schèmes constructifs n'auraient pas été dessinés. Ce fait implique que les constructeurs ibériques adoptent, d'une part, les patrons métriques caractéristiques de chaque moment et que, d'autre part, ils dessinent une unité propre basée sur des critères anthropométriques. Leur contact direct avec des nouveaux éléments comme l'architecture grecque et phénicienne, fera que les constructeurs ibériques assimilent rapidement des patrons de mesures équivalentes, avec l'objectif d'établir des rapports culturels et économiques mutuels. De cette façon, la réalisation de chaque échange de matière comporte la codification de cette transaction entre les deux parties, et sur ce point les systèmes de poids et de mesures deviennent clefs pour une correcte compréhension. Traditionnellement, on a proposé que les systèmes de mesure seraient parmi les éléments les plus conservateurs de chaque société, liés probablement aux croyances religieuses. Pensons, par exemple, aux différents changements monétaires récemment soufferts et à la perduration des unités monétaires anciennes dans la mentalité de la société. D'autre part, il faut remarquer que ces changements répondent à une standardisation des patrons propres à une communauté, normalement victorieuse ou qui possède un pouvoir économique supérieur, sur une autre. En ce sens, les exemples de ces changements et leurs répercussions sont nombreuses, depuis les réformes de Solon, où l'on essaie d'imposer le patron de mesure d'Athènes, les réformes des poids et des mesures d'Auguste, qui impose le *pes monetalis* romain, jusqu'à l'arrivée de la globalisation, qui comporte l'introduction du système métrique décimal, ou la création de la monnaie unique européenne, ce qui implique l'élimination physique, mais non mentale, des différentes monnaies des pays communautaires en faveur d'un renforcement du système économique européen dans les marchés mondiaux.

On propose, donc, que la société ibérique, fortement hiérarchisée, nécessite la création d'un système de mesures propre ou adapté, grâce auquel elle s'insère dans le système économique en vigueur à la Méditerranée occidentale. Les unités de mesure de surface sont seulement une partie de ce système de mesures, mais ils ont un

important rôle de revendication sociale et territoriale, dont on peut trouver des exemples, gardant les distances, depuis la perduration des unités de mesures carthaginoises au nord de l'Àfrique à l'époque du Bas-Empire jusqu'aux cas modernes comme la continuation du système britannique d'unités dans le monde global dominé par le mètre. Dans l'excellente étude sur les pondéraux ibériques, I. Grau et J. Moratalla ont déjà proposé la volonté des aristocraties ibériques d'assimiler les systèmes les plus étendus de la Méditerranée (Grau i Moratalla 2003-2004, 50-51), sans éviter la possible introduction des modèles propres. En conséquence, nous pensons que les élites ibériques auraient une connaissance des principales mesures en vigueur en Méditerranée occidentale pendant la période ibérique classique, avec le but de réaliser les échanges commerciaux d'une manière correcte, ce qui n'exclut pas la création d'un patron propre de mesures avec une extension régionale.

Le premier cas d'application claire des patrons métriques dans un schéma constructif est probablement l'une des fortifications les plus complexes de l'architecture ibérique, el Puig de Sant Andreu d'Ullastret. Ce site est, sans aucun doute, celui qui a livré un volume majeur d'information sur la métrique du monde ibérique septentrionale. C'est le seul cas où l'on a pu constater l'usage clair de deux patrons modulaires dans le même site et, en conséquence, le seul où l'on peut appliquer des analyses modulaires microspatiales. En premier lieu, dans la fortification, nous identifions une application constante du pied de 0,296 m, pendant toute l'évolution historique du système défensive indigète. Comme nous l'avons déjà indiqué, ce pied à l'origine ionien se correspond avec l'unité constructive utilisée par les constructeurs phocéens entre le VI<sup>e</sup> siècle et le Ve av. J-C. Les maigres restes conservées en Phocée semblent indiquer que cette unité aurait été à la base du système défensive de la ville et que, en conséquence, fut transportée par les colons phocéens le long de la Méditerranée occidentale. L'implantation de cette unité d'origine grecque dans un site ibérique peut répondre à une volonté d'assimilation des principales courantes architectoniques méditerranéennes, ou par contre, à une intervention directe de militaires grecs dans la conception et le dessin de la fortification, ce que comportera l'application de leurs unités de mesure. L'analyse de cette fortification montre une somme de traditions et de schémas constructifs locaux, mélangés à de modèles étrangers, ce qui nous amène à choisir la deuxième hypothèse, c'est-à-dire, la collaboration de constructeurs grecs dans le dessin de la construction. D'une part, on peut observer qu'elle présente des tours circulaires de tradition locale, mais séparées d'après une modulation constante basée sur un système de mesures d'origine grecque tel que le *plethron* de 100 pieds. En deuxième lieu, dans l'oppidum du Puig de Sant Andreu, nous trouvons le premier

## Conclusions

cas d'emplacement de tours équidistantes dans le monde ibérique, avec une séparation constante et une finalité défensive, probablement pour disposer d'une majeure capacité de couverture. Le seul site antérieur disposant de tours séparées est la fortification de Vilars d'Arbeca, où le modèle de disposition des tours répond à un schéma radial à partir d'un point central. Nous proposons, en conséquence, une dualité entre une conception et un schéma modulaire grecs, mélangés avec une technique de construction et mise en œuvre indigène, suivant un schéma similaire à celui des fortifications d'Olbia et Tossal de Manises.

Comme nous l'avons déjà observé, les réformes et élargissements postérieurs du système défensif sont basés sur l'application de cette même unité. La tour IV de la porte 6 se forme à partir d'un plan rectangulaire de 24 sur 32 pieds, basé sur un module de 8 pieds, qui peut se correspondre avec la distance de séparation des nœuds des cordes avec lesquelles aurait été planifié le dessin constructif de la tour.

Une deuxième unité de mesure adaptée à l'architecture ibérique est le pied de Samos, avec une valeur de 0,35 m, qui correspond au pied associé à la coudée de 0,52 m. Son utilisation a été identifiée dans la tour défensive de Mas Castellar, ainsi que dans le magasin de la Moleta del Remei. Néanmoins, malgré l'origine orientale indubitable, son application dans l'architecture et l'urbanisme grec d'occident est limitée, si l'on exclut son identification dans la cadastration emporitaine et dans le réseau urbaine de Lattes pendant le IV<sup>e</sup> s. av.J-C. En ce qui concerne le cas ibérique, son adaptation est aussi faible, avec un nombre réduit de cas, ce qui rend difficile de lui attribuer une interprétation historique claire.

De cette façon, le patron métrique qui aura une adaptation plus grande pendant la période ibérique classique (Ve-IV<sup>e</sup> s. av. J. -C) est le pied ionien mesurant autour de 0,296 m. Leur utilisation a été identifiée sur cinq sites, ce qui représente, à peu près, un 30% sur le total des cas de cette période. Néanmoins, si nous centrons l'étude par étapes, au Ve siècle la plupart de sites utilisent cette unité de mesure, mais pendant le siècle suivant le patron de mesures est modifié, suivant un courant généralisé dans la Méditerranée occidentale. En plus du système défensif de Puig de Sant Andreu, les adaptations suivantes de cette unité correspondent à des sites ibériques de la côte centrale. Leur premier exemple d'adoption possible est la tour B du site ibérique de Sant Josep, avec une chronologie probablement postérieure a la tour A où l'on utilise une unité différente. En tout cas, les maigres interventions archéologiques menées à terme n'ont pas permis de proposer une datation fiable des structures, et de cette façon les résultats doivent être pris avec précaution. La solution la plus probable est

l'existence d'un décalage entre ces structures, de manière que l'on peut situer la construction de la première tour dans les schémas propres du Ve siècle, tandis que la tour suivante est située à une distance de 60 pieds de 0,27 m par rapport à l'antérieure. En plus de la technique constructive, un autre élément qui montre ce décalage est que, dans tous les systèmes défensifs étudiés, nous n'identifions aucun cas de coexistence de deux systèmes de mesures différents dans une fortification contemporaine.

Dans la région des edetains, le site qu'a livré un volume majeur de données métriques est la tour de guet du Puntal dels Llops. Dans ce cas, les références principales correspondent au réseau urbain, qui répond à un modèle classique avec départements mitoyens accolés à la muraille, régulièrement distribués pour une meilleure utilisation de l'espace. Ces départements présentent une largeur de 2,95 m, ce qu'il faut associer avec un module de 10 pieds ou 2 pas. Cette unité se correspond aussi avec la largeur des murs (1,5 pieds) et avec les dimensions des briques crues. C'est parfois le site ibérique de l'aire centrale ayant livré un nombre majeur de briques entières et disposés in situ sur le mur; elles présentent des dimensions communes de 0,4 x 0,3 x 0,1m, ce qui correspond à l'unité de mesure déjà indiquée, suivant un patron lydien. La structure de la tour de plan quadrangulaire, contemporaine à la trame urbaine, entrave l'interprétation métrologique, mais nous proposons à nouveau l'utilisation de la même unité, avec un plan général de 21 pieds carrés. De même, la récupération d'un important ensemble de pondéraux de bronze ainsi que des restes d'une balance dans le même département (dep. 1), nous indiquent l'existence d'un système de mesures codifié (Bonet i Mata 2002, 156-157). Le ratio des mesures de ces pondéraux est basée sur la double drachme grecque, mais l'intérieur de ces poids est vide, probablement pour pouvoir les adapter à un système dual (Grau i Moratalla 2003/2004, 48).

Le dernier site edetain inclus dans cette catégorie est celui du Torrejón, caractérisé par une tour de plan rectangulaire de 30 sur 20 pieds de 0,295 m, suivant un système modulaire basé sur le double pas. Malheureusement, dans ce cas l'interprétation chronologique est établie seulement d'après la technique constructive et l'analyse métrologique.

D'après ces trois exemples, on apprécie l'existence d'une unité modulaire dans l'architecture ibérique edetaine pendant la période ibérique classique. Malheureusement, les restes conservés de la capitale de ce territoire, l'oppidum de Tossal de Sant Miquel, ne permettent pas de proposer des analyses métriques et



## Conclusions

comparer ces résultats avec leurs sites dépendants. Seul les faibles restes de briques crues conservés nous permettent de comparer la situation du territoire edetain, et ils pointent vers l'utilisation d'un même module dans les sites de Puntal dels Llops, el Castellet de Bernabé et la Monravana (Bonet 1995, 349). Nous croyons que la forte hiérarchisation du territoire edetain basée sur une ville centrale (Edeta) qui contrôle leur territoire (Bernabeu *et al.* 1987; Bonet i Mata 1991; 2001; Mata 2001; Guérin 2003; Bonet i Vives-Ferrándiz 2005; Bonet *et al.* 2008) doit comporter la fixation par les élites edetaines d'un système de mesures fixe, avec l'objectif de vérifier et de codifier les produits manufacturés. Tel que l'on signalé H. Bonet et J. Vives-Ferrándiz, dans l'oppidum d'Edeta n'ont pas été attestés des espaces destinés à la transformation de la nourriture, à l'exception des meules manuelles ; cette transformation aurait été réalisée dans les petites exploitations agricoles du territoire edetain, d'où ces produits seraient envoyés à la ville centrale (Bonet i Vives-Ferrándiz 2005). Les pondéraux récupérés dans un département de Puntal dels Llops pourraient indiquer une fonctionnalité pour cet espace comparable aux *mensae ponderarie* romaines, avec l'objectif de vérifier les mesures correctes dans un système codifié.

En ce qui concerne l'origine de l'implantation de cette unité dans le contexte ibérique edetain, elle fut probablement adaptée d'après les intenses contacts commerciaux entre leurs ports (Tos Pelat, Malva-rosa or Grau Vell) et les colonies phocéennes (Llorens 1995, 475; Ripollés 2000, 330; 2004) ; la volonté d'adopter le patron de mesures d'origine grecque aurait le but assurer l'échange correct des marchandises avec leurs clients. Un schéma similaire pourrait avoir été adopté dans la région Contestaine, où l'on apprécie durant le Ve siècle une prépondérance du pied de 0,296 m. Nous identifions leur utilisation de manière globale dans le site de la Illeta dels Banyets, dans la trame urbaine de la Picola et dans l'ensemble de la Regia de las Tres Hermanas.

Le magasin de l'Illeta présente un plan rectangulaire de 40 sur 20 pieds, avec un rapport 2-1, qui concerne leurs côtés ainsi que la division interne des structures, jusqu'à l'obtention d'un module constructif basé sur un carré de 10 pieds ou 2 pas de côté; cette distance correspondra à la mesure entre l'axe des piliers devantiers et à la délimitation de l'espace qu'occupe le gril des murs élevés. Au temple A, la restitution de leur dessin montre une plan de 45 par 30 pieds de côté, avec un schéma différent à celui utilisé au magasin, bien que nous proposons ici un module quadrangulaire de 15 pieds or 3 pas de côté, que corresponde plus o moins à l'ouverture de la porte et à l'axe du mur central de compartimentation. De même, ce schéma de distribution

intérieure peut être identifié dans le temple B, avec un plan quadrangulaire de 27 pieds de côté, ce qui contrastera avec la typologie du temple, qui répond à un modèle oriental. Dans le cas de la Regia de las Tres Hermanas, nous trouvons un modèle similaire à celui du temple A de la Illeta, avec une division de l'espace central basé sur une relation 3-2, et un module constructif de 10 par 15 pieds, que délimite la compartimentation intérieure.

Les structures de culte identifiées dans l'architecture ibérique de la côte centrale montrent une utilisation constante de cette unité de mesure exprimée sur un module basé sur multiples du pas de 5 pieds, à l'exception du temple B de la Illeta qui semble être basé sur un module de 3 pieds ou une demie brasse. L'aspect probablement le plus intéressant est l'utilisation de cette unité de mesure uniquement dans la définition urbanistique et défensive (La Picola), dans un magasin (Illeta dels Banyets) et dans l'architecture de culte (Illeta dels Banyets, Regia de las Tres Hermanas et probablement Alcúdia). Dans ces derniers cas n'a pas été attesté le phénomène que nous avons identifié dans les temples du Puig de Sant Andreu ou dans le sanctuaire du Cappiddazzu de Mozia, pour lesquelles a été employée une unité différenciée.

Pendant le IV<sup>e</sup> siècle, nous observons un changement du système métrologique, consiste à l'adoption extensive d'une nouvelle unité de mesure, le pied de 0,27-0,275 m, qui sera utilisé de manière extensive, à l'exception des cas où est adapté un système de mesures propre, et sur lesquels nous reviendrons plus tard. Nous pensons que l'adaptation dans les systèmes défensifs de Burriac, Molón, Bastida de les Alcusses et Empedrola de ce pied répond à un courant propre à la Méditerranée occidentale. Cette unité sera employée dans les régions de la Campanie et le Lazio, à partir des colonies grecques occidentales, et elle sera aussi l'unité en vigueur dans des sites phocéens comme Velia ou Emporion et leurs hinterlands. Cette situation sera, en conséquence, la même du Ve siècle, où les élites ibériques subissent un procès d'adaptation rapide aux principaux courants méditerranéens.

Les deux exceptions à ce patron sont la tour du Puig d'Alcoi et le temple B du Puig de Sant Andreu. Dans le cas de la tour l'unité utilisée est une adaptation de la coudée de 0,5 m, que l'on peut associer à une unité phénicienne occidentale. Celle-ci répond à un modèle différent, mais influencé par les courants métriques méditerranéens dominants, parce que nous avons identifiée l'utilisation principale de cette unité dans des systèmes défensifs carthaginois, comme Olbia, Lilibeo et Solunto. En ce qui concerne le temple B, nous identifions la continuité du système de mesures en vigueur à l'oppidum. Ce phénomène peut répondre au rapport entre un modèle constructif

## Conclusions

indigène et une unité de mesure allogène, bien que, après deux siècles, aurait déjà été assimilée par les populations locales. Ce fait contrastera avec les autres temples de l'oppidum, où l'adoption d'un schéma et d'une technique constructive différents montre l'utilisation d'une unité de mesure distincte.

D'autre part, dans ces premiers moments de fixation des systèmes métriques dans la société ibérique seront créées parallèlement deux unités de mesure propres, qui n'ont pas d'équivalence directe avec les unités contemporaines et, de cette façon, nous proposons que cela s'agisse d'un système de mesures indigène. On ne peut pas exclure une origine antérieure de ces unités, mais le problème de faire des analyses métriques sur des structures plus anciennes laisse cette possibilité dans le domaine des hypothèses. D'après l'analyse de sites divers nous proposons l'identification de deux unités de mesure : la première unité se correspond avec un pied entre 0,31 et 0,315 m, la deuxième avec une valeur de 0,32 m. La légère différence entre ces unités peut être motif d'une adaptation distincte d'une même unité. Leur cadre d'application répond à un modèle local identifié seulement dans l'architecture ibérique septentrionale. Ainsi, le premier pied est identifié dans les régions ausetaine, cossetaine et indigète (fig. 199), et le deuxième pied aura un milieu d'actuation plus réduit, centré dans la région ilercavone (fig. 200).

En ce qui concerne le pied de 0,31 m, cette unité a été identifiée, pour le moment, sur quatre sites ibériques septentrionaux. Sa première utilisation correspond à la tour défensive d'Alorda Park, avec une chronologie du Ve siècle. Dans ce cas, leur emploi est basé sur un module équivalent à une brasses de 1,87 m, grâce à laquelle se forme un carré ou gnomon de trois brasses de côté, d'après la diagonale duquel s'origine le rectangle de la tour défensive. Il s'agit de la première adaptation identifiée de l'irrationalité de la racine carrée de 2 dans l'architecture ibérique. Dans ce premier cas, la valeur exacte de cette unité est de 0,311 m. Les adaptations postérieures de ce pied montrent une épaisseur légèrement majeure avec une valeur approximative de 0,315 m. Nous pensons que cette variation légère (4 mm) ne peut pas indiquer l'existence de deux unités différentes, parce qu'il faut prévoir l'inexactitude des outils de mesure anciens et de leur application, qui peuvent modifier le dessin architectonique.

La suivante utilisation de cette unité a été identifiée dans les systèmes défensifs de Montbarbat et du Turó del Montgròs. Dans les deux cas, l'implantation de ce pied est basée sur un module qui correspond avec une brasses de 6 pieds (1,89 m), qui sert à définir un gnomon carré de 18 pieds ou 3 brasses de côté dans la fortification ausetaine, et un carré de 12 pieds ou 2 brasses de côté dans le système défensif

indigète, suivant la même proportion constructive 2-1. Nous notons, de cette façon, un possible parallélisme constructif entre ces bâtiments, basés sur la même unité et système modulaire, bien qu'ils répondent à des modèles architectoniques différentes. On peut proposer que la communication entre les populations ausetaines de la plaine de Vic et la région de Gérone à l'époque ibérique, en traversant les vallées du massif du Montseny et la vallée du Ter, puisse être le moyen de transport et de diffusion de ce système local de mesures.

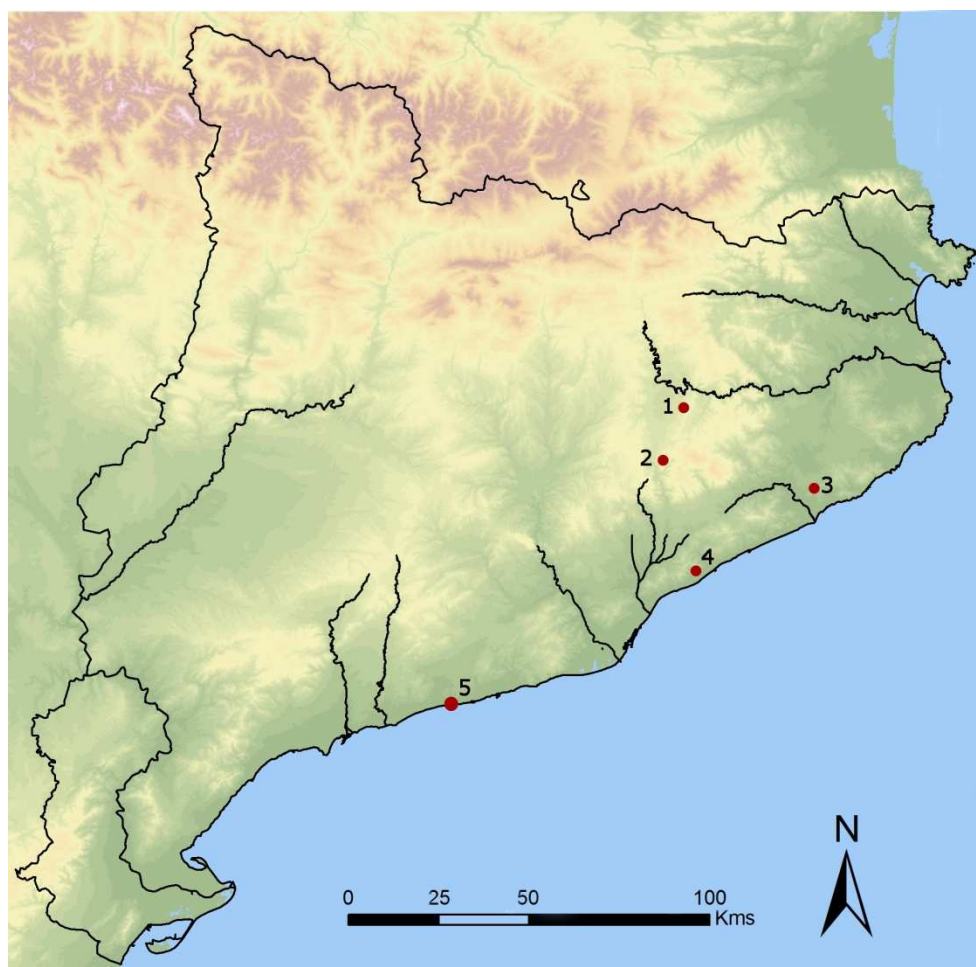


Figure 199. Indication des sites où l'on a identifié le pied de 0,31-0,315 m: 1. Casol de Puigcastellet; 2. Turó del Montgrós; 3. Montbarbat; 4. Turó dels Dos Pins ; 5. Ciutadella ibèrica d'Alorda Park.

Nous signalons que cette unité aura une large utilisation le long de deux siècles, où elle coexistera avec d'autres patrons de mesure comme le pied de 0,27 m. On peut proposer que l'implantation de nouvelles unités depuis le IV<sup>e</sup> siècle ne comportera pas l'élimination des patrons antérieurs, d'une façon pareille a celle attestée dans le monde grecque tel qui est suggéré par les restes d'outils de mesure du site de Ma'agan Mikhael (Stieglitz 2006, 202), où les nouvelle unités réformées coexistent avec d'autres

## Conclusions

archaïques, ce qui prouve la difficulté d'imposer quelques mesures et d'en changer d'autres déjà bien implantées.

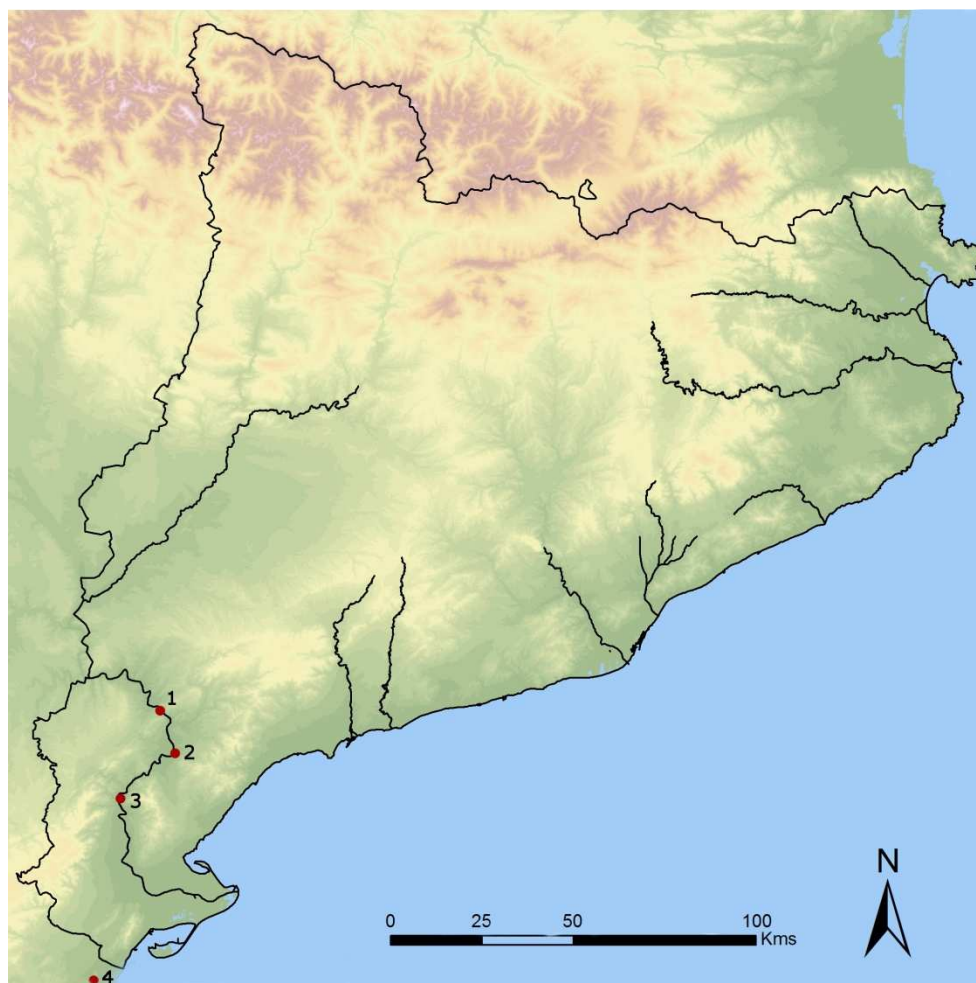


Figure 200. Indication de sites où a été identifié le pied de 0,32 m: 1. Castellot de la Roca Roja; 2. Castellet de Banyoles; 3. Sant Miquel ; 4. Perengil.

Un autre patron que nous avons considéré de création ibérique est le pied d'autour de 0,32 m. Celui sera le pied déjà considéré par P. Moret comme patron modulaire indigène (Moret 1998, 87-88; 2002, 200-202), dont l'utilisation a été identifié sur des sites ibériques de la vallée de l'Ebre tels que Castellot de la Roca Roja, Castellet de Banyoles et le premier système défensif de Sant Miquel (Genera *et al.* 2005, 631). Nous suivons les propositions de J. Noguera, qui a déjà noté l'existence de ce pied ibérique dans la région ilercavone (Noguera 2002, 127). Cette unité répondra à un modèle plus localisé que celui du pied de 0,31 m, centré sur les sites situés dans la vallée de l'Ebre et leur zone d'influence.

L'existence de deux possibles systèmes de mesure différents dans un contexte ibérique septentrionale (fig. 201), peut montrer le reflet de diverses entités politiques

dans le même territoire qui, en réponse à l'adoption de systèmes de mesure exogènes optent par l'établissement d'un modèle propre local, mais en même temps compatible avec des systèmes de mesure méditerranéens, étant donné que dans le cas du pied de 0,315 m la différence suppose seulement l'addition d'un doigt (0,0185 m) au pied ionien de 0,296 m. Cette équivalence entre les différentes unités peut représenter l'adaptation à des marchés distincts (intérieur et extérieur), car les élites ibériques auraient une bonne connaissance des unités et probablement il y aurait des tables d'équivalence de mesures comme les nord-africaines, dont une preuve pourraient être les pondéraux ibériques. Les modifications subies par les mesures et les poids des pondéraux suggèrent l'idée de la nécessité d'adaptation d'une unité de mesure basée sur un poids différent mais similaire, comme un reflet de changements dans les patrons de mesure (Grau i Reig 2002/2003, 119).

L'étude des pondéraux apporte des données objectives et montre l'existence de plusieurs systèmes de mesures ibériques, dont l'un, plus lourd, serait centré dans l'aire septentrionale, et l'autre, plus léger, se correspondrait avec l'aire contestaine (Fletcher i Silgo 1995, 273). Dans cette région, les études menées à terme ont identifié l'existence d'un système métrologique bien implanté, avec une distribution uniforme avec le but de favoriser et de contrôler les échanges commerciaux, dans un ensemble de relations économiques et politiques d'état (Grau i Moratalla 2003/204, 41).

De cette façon, l'utilisation d'une unité de mesure dans un vaste territoire, au-delà de l'aire assignée traditionnellement à cette population, montre l'existence d'un réseau d'échanges entre les oppida, dans un schéma politique polynucléaire. Ce phénomène sera différent d'autres territoires, comme l'edeta, où la prépondérance d'un oppidum centrale comme Edeta est le reflet d'une économie d'état qui contrôlera l'implantation de leur territoire ainsi que les rapports économiques entre leurs sites dépendants.

## Conclusions

Site	Application	Chronologie	Module	Unité
Puig de Sant Andreu	Système défensif	Fin VIe s. av. J-C	Plethron (29,6 m.)	Pied 0,296 m.
Mas Castellar	Tour	Ve s. av. J-C		Pied 0,35 m.
Alorda Park	Tour	Ve s. av. J-C	Brasse (1,87 m.)	Pied 0,31 m.
Alorda Park	Urbanisme	Ve s. av. J-C	Brasse (1,87 m.)	Pied 0,31 m.
Castellot Roca Roja	Tour	Ve s. av. J-C		Pied 0,32 m.
Moleta	Magasin	Ve s. av. J-C	Brasse (2,1 m.)	Pied 0,35 m.
Sant Josep	Tour	Ve s. av. J-C		Pied 0,296 m.
Puntal dels Llops	Tour	Vème s. av. J-C	½ brasse (0,88 m.)	Pied 0,296 m.
Puntal dels Llops	Urbanisme	Ve s. av. J-C	Pas (c. 1,5 m.)	Pied 0,296 m.
Picola	Urbanisme	Ve s. av. J-C	Brasse (1,8 m.)	Pied 0,296 m.
Illeta dels Banyets	Magasin	Ve s. av. J-C	Double pas (2,95 m.)	Pied 0,296 m.
Illeta dels Banyets	Temple	Ve.-IV e s. av.J-C	Pas (1,48 m)	Pied 0,296 m.
Regia Tres Hermanas	Temple	Ve.-IV e s. av.J-C	Pas (1,48 m)	Pied 0,296 m.
Puig de Sant Andreu	Temple B	IV e s. av. J-C	Brasse (1,8 m)	Pied 0,296 m.
Montbarbat	Tour	IV e s. av. J-C	Brasse (1,87 m.)	Pied 0,31 m.
Turó Montgròs	Système défensif	IV e s. av. J-C	Brasse (1,87 m.)	Pied 0,31 m.
Burriac	Tour	IV e s. av. J-C	Pas (1,36 m.)	Pied 0,275 m.
Molón	Système défensif	IV e s. av. J-C	Brasse (1,63 m.)	Pied 0,275 m.
Bastida Alcusses	Tours O.	IV e s. av. J-C	Brasse (1,63 m.)	Pied 0,275 m.
El Puig	Tour	IV e s. av. J-C	Pas (2,5 m.)	Coudée 0,5 m.
Empedrola	Tour	IV e s. av. J-C	Double pas (2,69 m.)	Pied 0,27 m.

Figure 201. Table résumé avec les principaux sites analysés de la période ibérique classique (Ve-IVe siècle av. J-C) et leurs restitutions modulaires.

## **8.2 Métrologie ibérique entre les IIIe-IIe siècles av. J-C.: continuité et adaptation des systèmes de mesure**

En ce qui concerne les analyses métrologiques, le volume de sites de cette étape où nous avons appliqué des études métriques est inférieur. Le motif principal de cette descente est que, durant cette période, plusieurs systèmes défensifs s'abandonnent, par exemple à la Bastida de les Alcusses, et, lors qu'ils continuent, ils subissent des réformes ponctuelles. Le projet d'édification principal des fortifications ibériques se correspond avec la période correspondant au IVe siècle av. J-C., lorsque sont bâties la plupart des fortifications ibériques. Pendant le IIIe siècle av. J-C., les principales ouvres défensives se situent dans le dernier tiers du siècle, dans un moment de grande activité constructive antérieure a la deuxième guerre punique. Dans cette étape il faut inclure les fortifications du Casol de Puigcastellet à Folgueroles, le renfort des défenses du Turó del Montgròs, le système défensif du Puig Castellet de Lloret de Mar, la tour de l'habitat rural du Turó dels Dos Pins et le complexe système défensif du Tossal de Manises. Ces ouvres se caractérisent par la célérité dans la construction et par l'adoption de nouvelles solutions constructives, grâce à l'adoption des nouveaux courants poliorcétiques. L'avantage principal de cette période est la création de sites ex novo qui ne perdureront pas au-delà de la fin de l'IIIe-IIe siècles av. J-C. ; ils sont caractérisés par une seule phase constructive qui permet de proposer des schémas métrologiques urbanistiques.

Pendant le IIIe siècle nous observons, dans le contexte ibérique central et septentrional, d'une part, la continuité des systèmes de mesures propres identifiés antérieurement et, d'autre part, une hétérogénéité majeure d'unités de mesure par rapport à la période précédente. Si, durant l'étape antérieure, les systèmes de mesures utilisés par les constructeurs ibériques répondaient globalement aux principaux courants méditerranéens contemporains, maintenant on a affaire à une diversité majeure qui peut être le reflet d'un dynamisme commercial majeur, avec l'augmentation de circuits commerciaux et, en conséquence, l'adoption d'unités différentes. Ces unités seront partagées avec les unités propres, lorsqu'elles auront une période d'implantation territoriale plus large. Si nous revenons à la comparaison avec l'étude des pondéraux, nous observons que durant cette période il y a une coexistence entre ce qu'on a qualifié comme système contestain et un nouveau système avec un poids légèrement réduit, qui montre l'existence d'une mise à jour des circuits commerciaux ou bien une dévaluation des poids (Grau i Moratalla 2003/2004, 52).



## Conclusions

Si nous comparons cette situation avec le contexte méditerranéen, nous observons que dans le contexte grec phocéén, les restes relatifs à ce moment sont aussi minces et les sites où il a été possible de réaliser des études métriques sont l'oppidum de Nages et la colonie de Rhode. Dans le premier cas nous notons la continuité des unités de mesures précédentes, c'est-à-dire, le pied de 0,27 m ; mais dans le cas de la colonie grecque on propose l'utilisation d'une unité de 0,333 m, qui correspond à un pied phylétaire non identifié, pour le moment, dans le contexte architectonique occidental. D'autre part, ce fait contrastera avec la situation carthaginoise pendant le IIIe siècle av. J.-C., qui se caractérise par une politique barcide impérialiste et l'arrivée d'un important contingent de population nord-africaine au sud de la péninsule Ibérique, qui deviendra la principale base d'opérations et de ressources des carthaginois (Bendala i Blánquez 2002/2003; Prados 2007b). Ce fait comportera l'adoption des modèles punico-hellénistiques par les constructeurs barcides, qui probablement importeraient leur système de mesures, basé sur le coude de 0,52 m, en vigueur à Carthage depuis le Ve siècle av. J.-C. au moins.

La dernière preuve de cette hétérogénéité est identifiée dans l'architecture romaine, car durant ce siècle est adopté le *pes monetalis*, comme unité officielle, dans la cité de Rome et probablement dans les régions les plus romanisées, même si son implantation ne sera pas complète. À cette époque, nous trouvons la coexistence de deux unités de mesure officielle, le *pes monetalis* et le *pes oscus*. La première unité sera utilisée surtout dans la part centrale et nord de la péninsule Italique, tandis que les *pes oscus* aura une adaptation majeure dans les régions méridionales, tel que l'attestent les tables de Pompéi.

En ce qui concerne le monde ibérique, nous apprécions comme, des huit cas de figure de cette période, dans trois cas, est utilisée une unité de mesure distincte à la propre des ibères. Il s'agit des cas de la trame urbaine d'Estinçells, le système défensif du Puig Castellet et la fortification du Tossal de Manises. Dans tous ces cas, bâtis à une époque similaire, l'unité de mesure est différente, parce qu'elle répond à des situations et des territoires aussi distincts.

Dans le site du Puig Castellet de Lloret de Mar nous proposons l'utilisation d'une coudée de 0,5 m, parce que nous croyons que cette unité est celle qui s'adapte le mieux au plan constructif urbanistique basé sur un module de 10 coudées. Le principal problème de cette interprétation est la comparaison dans son territoire, où nous n'observons pas son utilisation dans l'aire indigète ou dans le contexte ibérique septentrional. Son adoption est identifiée seulement dans la tour du Puig d'Alcoi, dans

un contexte très éloigné et où l'on peut proposer une influence des systèmes de mesures phéniciens occidentaux, dont l'adaptation dans le contexte indigète semble très peu probable. Le deuxième point de conflit est la difficulté d'identification d'unité seulement d'après la trame urbaine, sans être possible la comparaison avec des propositions géométriques. De cette façon, nous laissons ouverte cette hypothèse de restitution modulaire, car il est difficile d'expliquer comme dans un territoire réduit (celui de l'actuelle ville de Lloret de Mar) sont utilisées trois unités de mesure différentes dans trois sites, malgré que leur chronologie n'est pas identique (Montbarbat, Puig Castellet et Turó Rodó).

Le deuxième site où nous avons identifié une unité de mesure différente est celui d'Estinçells. Dans ce cas, nous proposons l'utilisation du pied de 0,296 m dans le dessin urbanistique du site, parce qu'elle est l'unité qui s'adapte le mieux au dessin général, basé sur l'utilisation de cordes avec nœuds équidistants, d'après lesquels se situent les principaux éléments du site : le diamètre extérieur, le rayon, le pas de ronde et la compartimentation intérieure, en suivant une progression basée sur des nombres naturels. En ce qui concerne l'identification de cette unité de mesure, le faible nombre de sites ilergètes où l'on peut réaliser des études métriques ne nous permet pas de proposer de comparaisons métrologiques territoriales. Malheureusement, nous ignorons si leur implantation est diffusée pendant le Ve siècle av. J-C., comme sur le reste du territoire ibérique, ou si cela répond à un modèle spécifique de ce moment. Nous souhaitons que le progrès de la recherche menée sur ce territoire nous apportera dans le futur un volume des données plus importante pour la suite de nos études.

Le dernier cas analysé est celui de Tossal de Manises. Son système défensif, constitué par des tours vides compartimentées destinées à loger l'artillerie, est totalement inconnu dans le monde ibérique, et cela répond à la implantation d'un modèle carthaginois qui dérive de la muraille de Carthagène mais avec une technique de construction distincte. Nous considérons que son unité de mesure est différente de celle employée dans la muraille barcide, basée sur une coudée de 0,52 m, tandis que dans le cas de Tossal de Manises la restitution géométrique nous donne une unité basée sur une coudée de 0,545 m ou deux pieds de 0,272 m en moyenne. Cette dernière valeur est la plus utilisée dans les systèmes défensifs contestains pendant le IVe siècle av. J-C. Dans ce cas, nous proposons un modèle duellé où le schéma constructif et le dessin répondent à une idée barcide, mais l'implantation technique et l'unité de mesure répondent à un modèle propre contestain. Cette situation est similaire à celle du nord de l'Àfrique, où a été proposée la continuité des unités de

## Conclusions

mesures africaines durant l'époque impériale romaine dans des bâtiments avec un schéma typiquement romain (Barresi 1991; 2007).

Pour ce qui est des unités de mesure ibériques, pendant cette période elles auront une majeure extension et implantation territoriales. Le pied de 0,31 m, dont l'utilisation avait déjà été identifiée dans les régions cossetaine, ausetaine et indigète, s'est maintenant propagé dans la région laietaine, où il est utilisé par exemple dans la tour défensive du Turó dels Dos Pins. À cette époque correspond son utilisation dans la fortification de Casol de Puigcastellet et le renfort de la défense du Turó del Montgròs. Le parallélisme entre ces bâtiments est évident, parce qu'ils se caractérisent par un modèle défensif avec une tour allongée, dessinée grâce à l'addition de deux carrées de 18 pieds de côté, suivant une relation 2-1. Dans le cas des sites ausetains, la tour est un bastion massif central basé sur deux carrées de 18 pieds à Turó del Montgròs, et 20 pieds de côté à Casol de Puigcastellet. La comparaison entre cette dernière structure et la tour laietaine montre comme les dimensions de ces deux structures sont presque identiques (12,2 par 6,3 m et 12,4 par 6,2 m respectivement), malgré que la tour laietaine a un intérieur vide.

Dans le cas ausetain nous proposons une équivalence claire entre ces deux bâtiments, que ne répondent pas seulement à une unité de mesure commune, mais également au même schéma constructif, basé sur une muraille de compartiments quadrangulaires accolés et défendus par un bastion rectangulaire. La différence métrologique entre les deux est le système modulaire utilisé. À Turó del Montgròs on a opté par la brasse de sis pieds, déjà utilisée dans la fortification précédente, et à Casol de Puigcastellet on a opté par l'utilisation du pas simple ou double. Ce dernier schéma sera le même utilisé dans la tour laietaine, basée sur un rectangle de 40 par 20 pieds de côté, dessiné grâce à l'utilisation du pas comme système modulaire.

Nous observons, en résumé, un étroit parallélisme formel entre ces structures, qui porte à l'imitation et à la répétition du même modèle (le rectangle de proportion 2-1), suivant la même unité de mesure. Nous pensons que l'application du même schéma constructif par différentes populations ibériques septentrionales ne peut pas être un hasard et que cela répond à la transmission d'un dessin constructif entre territoires voisins, grâce à l'affinité culturelle des populations.

Dans le cas ausetaine est évident que la fortification de Folgueroles est proposée et dessinée à l'imitation de la fortification du Turó del Montgròs, mais bâtie de manière plus rapide et simplifiée. La complexité de ces systèmes défensifs, sans parangon

directe dans le monde ibérique, a motivé un intense débat sur leur origine et leurs influences (chap. 4.2.2.5). D'après P. Moret, on ne doit pas chercher ailleurs ces influences, parce que cela répond peut-être à un modèle propre ausetaine (Moret 2006a, 212-213). Comme nous avons déjà vu, cette interprétation est renforcée par l'utilisation d'une même unité de mesure, ce qui fait penser à la participation de constructeurs communs qui planifient un dessin unique, avec une importante connaissance d'architecture militaire. Néanmoins, si nous centrons l'attention sur les systèmes défensifs ibériques septentrionales de l'Ive-IIIe siècle av. J-C., où l'unité de 0,31 m a été utilisée, nous observons que dans quatre cas (Turó del Montgròs, Montbarbat, Casol de Puigcastellet i Turó dels Dos Pins), le modèle du bâti ainsi que la proposition géométrique sont identiques : un schéma rectangulaire de proportion 2-1.

Nous proposons que ce modèle constructif et son unité de mesure ne correspondent pas seulement à un modèle ausetaine, mais qu'ils sont partagés par des territoires voisins. Nous pensons qu'il était parfois l'un des modèles de fortification propres aux ibères, qui se caractérise par une grande simplicité en leur dessin, parce que le rectangle 2-1 est probablement le plus facile de dessiner mais c'était en même temps un dessin très rationnel et économique. L'adoption de cette conception commune montre l'implantation d'une unité de mesure aussi commune, dans un schéma de transmission des patrons constructifs entre distinctes communautés ibériques, grâce à la participation directe de constructeurs itinérants ou par l'existence de modèles communs à diverses populations. Le parallèle le plus direct de cette transmission de dessins constructifs entre communautés distinctes est celui de l'architecture ilergète, avec le plan du site des Estinclells qui suit le même dessin utilisé antérieurement dans plan de Vilars et le bâtiment du Turó del Calvari. Dans ce cas nous observons le contact entre des populations voisines comme les ilergètes et les ilercavones, où depuis l'époque du premier âge du Fer existent des contacts qui mènent à la transmission de ces dessins constructifs.

Cette transmission de dessins doit profiter des réseaux commerciaux existant entre les oppida ibériques, grâce aux voies de communication des territoires comme l'axe Ebre-Segre, d'après lequel on peut lier les relations entre le territoire du Vilars et la zone de la Terra Alta où se situe le site de Turó del Calvari. Il est difficile à définir le rôle de la circulation intérieure des biens dans le monde ibérique septentrionale (Sanmartí 2005, 712) dû à la difficulté d'établir des marqueurs clairs, mais le progrès des études archéométriques et l'apparition d'éléments typiques d'autres régions ibériques, comme la falcata (Sanmartí 2000, 320) montrent l'existence d'un marché

## Conclusions

intérieur de matières, des produits manufacturés et de biens de prestige entre les élites sociales. Une des éléments de commerce entre les populations ibériques est le meule rotative (Portillo 2005, 842) ainsi que les matières premières dont elles sont élaborées (Alonso 1999; Portillo 2006, 84). D'autre part, les études réalisées sur des types céramiques comme marqueurs territoriaux dans la zone centrale du Pays Valencien montrent un intense contact commercial, où chaque oppidum principal (Edeta, Arse et Kelin) distribue ses produits principalement dans son territoire et les aires voisines (Mata *et al.* 2000, 395). Plus récemment, les études archéométriques sur les amphores ibériques ont permis de les définir comme un marqueur de distribution principalement régionale (Tsantini 2007).

En ce qui concerne l'autre unité de mesure que nous avons considérée ibérique, le pied de 0,32 m, son identification la plus ancienne correspond à la tour bipartite du Castellot de la Roca Roja (fin Ve s. av. J.-C), mais son moment d'adaptation principal sera le IIIe-IIe siècle av. J.-C, comme on voit lors de son utilisation dans la trame urbaine du Castellot de Banyoles, le système défensif de Sant Miquel, et probablement le bâtiment de Perengil.

À l'oppidum de Tivissa, nous avons observé que ce pied se retrouve de manière fréquente dans le dessin des îlots des cases et sur la largeur des murs, qui ont une mesure moyenne de 0,32 m. Nous pensons que, dans la célèbre fortification des tours pentagonales, est adoptée une unité de mesure différente à celle de l'urbanisme intérieur, dû à leur chronologie postérieure ou à sa filiation culturelle distincte.

Dans le site de Vinebre, ce module a été proposé d'après le largeur régulière du pan de muraille, qui se correspond avec 3 pieds (0,95-0,96 m), tandis que dans les espaces annexes les murs perpendiculaires offrent un largeur régulière de 1,5 pieds (0,48 m). La construction de ce site se situe dans un moment avancé de la romanisation du territoire (dernier quart du IIe siècle av. J.-C) où, malgré l'implantation romaine, la construction de nouvelles fortifications ibériques continue, suivant un schéma typiquement indigène tel que la fortification de barrière, défendue par une tour latérale, c'est-à-dire, le même modèle identifié dans site de Castellot de la Roca Roja.

La tour du Perengil est une des structures où l'interprétation est plus difficile, dû à la fonctionnalité du bâtiment sans paragon dans le monde ibérique et à la dualité métrique que nous avons identifié d'après l'étude des mesures conservées (coudée de 0,5 m et pied de 0,31-0,31 m). Ces deux hypothèses sont plausibles, mais nous pensons que l'unité qui s'adapte le mieux aux restes est un pied ibérique de 0,318 m,

qui correspond plus facilement à la largeur des murs. Leur système modulaire est basé sur un pas de cinq pieds, c'est-à-dire, le même système identifié à la tour de Turó dels Dos Pins et à la tour centrale du Casol de Puigcastellet. On peut considérer ce module propre de ce moment, parce que dans cette étape est attestée une grande diffusion des pas dans l'architecture défensive, ce qui contrastera avec la prépondérance de la brasse durant les siècles précédentes.

Nous pensons que cette unité de mesure doit se mettre en rapport avec le pied ilercavon de 0,32 m, dû principalement à la proximité du site au bas Ebre, où nous avons identifié l'adaptation de cette unité. Leur grande diffusion depuis de le IIIe siècle av. J.-C. est en rapport au moment de concentration de la population ilercavone dans des grands oppida comme le Castellet de Banyoles, dans un phénomène de hiérarchisation du territoire qui montre un système économique et politique centralisé de type proto-étatal (Noguera 2002, 140; 2006, 283-284).

Cette apparente hétérogénéité des systèmes de mesure pendant le IIIe s. av. J.-C., où aucun patron claire ne s'impose, changera totalement depuis le siècle suivant, où nous apprécions la diffusion des patrons de mesures dans différentes directions.

Dans l'architecture phocéenne nous observons durant ce siècle le dernier moment de grande diffusion des modèles architectoniques massaliètes, qui comportera l'adoption de l'unité de mesure et le schéma constructif de la fortification de la Bourse de Marseille dans la fortification emporitaine et dans le système défensif de Glanum. Nous pensons que cette influence n'est pas limitée au système de mesures, mais que dans tous les cas des solutions techniques identiques sont employées, ce qui amène à proposer l'existence d'une école commune à laquelle appartiennent les architectes responsables de la construction de la Bourse et de la fortification emporitaine du IIe siècle av. J.-C (Moret 2002b, 196).

On doit mettre en rapport à ce phénomène la construction des temples A et C du Puig de Sant Andreu d'Ullastret, dont le dessin est proposé d'après cette unité de mesure propre à l'orbite phocéenne. En résumé, dans la capitale du territoire indigète, l'adoption des modèles de temples étrangers inconnus dans le contexte ibérique comportera l'adaptation aussi du patron de mesures caractéristique de ce moment. Il est possible que les élites ibériques aient commandé la construction de cet ensemble de culte aux architectes hellénistiques, qui auraient employé leurs propres unités de mesure.

## Conclusions

D'autre part, les restes de l'architecture phénico-punique de cette période se limitent seulement à la ville de Carthage car, après la défaite de la deuxième guerre punique, le territoire carthaginois se limite à sa métropole. Dans cette époque il faut remarquer la construction du quartier punique de Byrsa, où l'on n'identifie pas de changement des patrons métrologiques par rapport à ceux qui étaient en vigueur dans la ville depuis le Ve siècle av. J.-C.

En ce qui concerne les sites ibéro-romains et les premières implantations romaines dans notre aire d'étude, durant le IIe siècle av. J.-C nous observons un abandon ou destruction des oppida principaux comme Puig de Sant Andreu, Castellet de Banyoles ou Tossal de Sant Miquel, avec une volonté de démonter les systèmes locaux établis plus que d'éliminer le substrat ibérique et d'imposer les coutumes romaines. Le reflet de cette situation est l'établissement de nouveaux sites, avec ou sans fortification, comme les Guàrdies, el Turó Rodó, la Cova Foradada, Rotxina ou Sant Miquel de Vinebre.

La comparaison métrologique entre les différents sites républicains montre l'implantation de deux unités principales : les *pes oscus* de 0,27-0,275 m et les *pes monetalis* de 0,296 m. La première unité aura une implantation territoriale majeure, dont l'utilisation a été identifiée dans cinq cas, et les *pes monetalis* dans un premier temps s'identifie seulement dans deux sites. Malgré que ces unités ont une correspondance avec des unités déjà connues par les constructeurs ibériques, l'utilisation de ces patrons dans des sites ibéro-romains répond à une différente échelle d'intégration des sociétés ibériques par rapport au nouveau élément romain présent sur leurs territoires. Un reflet de cette situation est l'adoption d'un nouveau système de mesures romain dans une technique et un schéma constructifs ibériques. Ce fait a son parallèle dans l'utilisation des pondéraux ibériques où, durant les derniers moments de la culture ibérique, le système de mesures est substitué par un nouveau système d'origine italique (Grau i Moratalla, 2002-2003, 49-50).

Dans de ce premier groupe d'unités on doit situer les sites de Rotxina, Cova Foradada, les Guàrdies, el Grau Vell de Sagunt et probablement les tours du Castellet de Banyoles. Les trois premiers sites sont basés sur une base décimale, grâce à l'utilisation du pas ou de la *pertica*, et à Grau Vell et Castellet de Banyoles on a opté par une base sexagésimale, caractérisée par la brasse comme patron de dessin (fig. 202).

Quant aux tours pentagonales, nous souhaitons que les nouvelles interventions centrées sur cette zone du site nous offrent, finalement, une chronologie précise de ces constructions sur lesquelles il y a eu une controverse importante. Nous sommes conscients que, seulement d'après la métrologie d'une structure, il n'est pas possible de proposer une datation fiable, mais la métrologie peut offrir une orientation lors qu'il n'y a pas d'autres marqueurs chronologiques. D'après l'analyse métrologique que nous avons réalisé, basée sur un pied de 0,275 m, nous pensons que cette construction peut être située dans un moment légèrement postérieur à la définition urbanistique du site, parce que la principale extension de cette unité de mesure correspond au IIe siècle av. J.-C., étant les tours compartimentés du Tossal de Manises le seul exemple de leur application durant le siècle précédente. Nous partageons la proposition récente de P. Moret, qui propose la construction de ces tours dans un moment postérieur à la destruction du site à la fin du IIe siècle av. J.-C, dans une étape de refortification. Tel qu'il a déjà été noté, l'observation des restes conservés montrent la présence d'un probable système défensif antérieur détruit lors de l'érection des tours pentagonales. Nous partageons, de cette façon, leur attribution à un programme architectonique directement romain ou exécuté sur domination romaine (Moret 2008, 209).

D'après ces exemples nous apprécions une forte implantation territoriale de ce système de mesures, qui est présent dans la plupart de notre aire d'étude, sur des sites ibéro-romains et aussi dans des fondations d'héritage romaine, comme la tour du Grau Vell de Sagonte. Ce fait contrastera avec la différente implantation du *pes monetalis* sur le territoire, qui est seulement attesté, pour le moment, dans la zone la plus septentrionale, comme Turó Rodó, et dans le temple de Sagonte.

Sur ce phénomène nous proposons diverses hypothèses interprétatives : cette dualité métrique peut répondre, d'une part, à un différent niveau d'intégration des sociétés ibériques dans le domaine des poids et des mesures romaines, qui porte à l'élection d'une ou autre unité ; d'autre part, ce double niveau d'intégration pourrait être le reflet d'une implantation territoriale différente des contingents romains. Pendant le IIe siècle av. J.-C., dans la péninsule Italique est constatée une dualité des patrons métriques, basée sur ces deux systèmes de mesure, et l'on peut proposer que ce même schéma aurait été transporté à la péninsule Ibérique pendant les premiers moments de romanisation du territoire. Cette territorialisation peut être expliquée par l'arrivée de colons romains originaires de zones distinctes, qui imposeraient ou adopteraient dans chaque territoire leur système de mesures.



## Conclusions

Les études récentes de romanisation dans la péninsule Ibérique optent par démythifier l'arrivée d'un contingent massif de population italique dans le premier moment de la conquête, avec l'objectif de contrôler la distribution et la production des marchandises (Prieto 2008, 27) et, de cette façon, le travail agricole reste sous la direction de la population indigène (Olesti 1997). Nous pensons que l'on peut parler d'une imposition du système de mesures romaines associée à une naissante planification tribulaire, avec l'objectif d'assurer la légitimité des échanges commerciaux, qui, pendant cette époque, passent aux mains du nouvel élément présent sur le territoire.

Une autre situation est l'application du pied de 0,296 m dans les constructions officielles et de grande relevance symbolique, comme les temples capitolins. L'exemple du temple de Sagonte n'est pas unique, nous le trouvons dans un autre temple républicain d'Hispanie tel que celui de Carteia, avec une chronologie de la deuxième moitié du IIe siècle av. J-C et qui présente un plan de 75 par 60 pes monetalis (Roldán *et al.* 2006, 387-389). L'adoption définitive de ce système de mesures en tant qu'officiel à Rome pendant le IIIe s. av. J-C, est évidente à travers son utilisation dans les principales représentations du culte officiel. Dans ce sens, il est licite de proposer que les classes municipales implantent le système de mesures officiel, dans les principaux bâtiments publics de la ville. Une question différente est celle de l'architecture domestique ou d'autres structures comme la tour de Grau Vell de Sagunt, où il y aurait une liberté constructive majeure. Cette situation est la même attestée dans les sites ibéro-romains, dans la plupart des cas ruraux, où aucun patron de mesure ni de modèle constructif clair ne sont imposés, mais les sociétés ibériques assimilent progressivement la nouvelle réalité romaine.

Pendant le IIe s. av. J-C, nous proposons dans la zone méridionale de la péninsule Ibérique, qui se caractérise par une importante trace des traditions phéniciennes occidentales, un processus d'assimilation des systèmes de mesure romains similaire à celui du monde ibérique. Dans ce cas, les unités de mesure carthaginoises ne sont pas substituées, mais adaptées à une nouvelle unité, la coudée de 0,514 m, qui est l'équivalence de l'unité de mesure officielle romaine, le *pes monetalis*, dans un mélange entre le maintien d'une tradition métrique et l'imposition d'un modèle officiel. Ce fait sera un élément constant dans l'histoire romaine, tel que le prouvent les tables de mesure nord-africaines ainsi que la conservation des unités de mesures différentes de celle officielle mais en vigueur dans quelques territoires, comme les *pes drusianus*,

d'une grande acceptation au nord de l'Empire, ou le *pes ptolemaicus*, de forte implantation dans la région égyptienne.

Nous pensons que le processus d'assimilation définitif des systèmes de mesures romains restera complet en Hispanie, pendant le I<sup>er</sup> siècle av. J.-C, d'accord avec les réformes de poids et mesures faites par Auguste où sont finalement fixées les bases métrologiques romaines. Les sites ibéro-romains de cette phase avancé (Tossal de la Cala, la deuxième phase de Sant Miquel de Vinebre, la tour du Puig d'Àlia et la dernière fortification de Tossal de Manises) montreront l'adoption de ce nouveau système de mesures.

## Conclusions

Site	Application	Chronologie	Module	Unité
Puig Castellet	Trame Urbaine	IIIe s. av. J-C	Double pas (5 m)	Coude 0,5 m.
Casol de Puigcastellet	Fortification	IIIe s. av. J-C	Pas (1,575 m)	Pied 0,313 m.
Turó dels Dos Pins	Tour	IIIe s. av. J-C	Pas (1,55 m)	Pied 0,31 m.
Estincells	Dessin Urbanistique	IIIe s. a.v J-C	Double pas (3 m)	Pied 0,296 m.
Castellet de Banyoles	Trame urbaine	IIIe s. av. J-C		Pied 0,32 m.
Perengil	Bâtiment	IIIe s. av. J-C		Pied 0,316 m.
Tossal de Manises	Tours	IIIe s. av. J-C	Variable	Coudée 0,54m
				Pied 0,27 m.
Puig de Sant Andreu	Temples A et C	IIIe-Ile s. av. J-C	Brasse (3,12 m)	Coudée 0,52m
Castellet de Banyoles	Tours pentagonales	IIIe-Ile s. av. J-C ?	Brasse (1,62 m)	Pied 0,27 m.
Rotxina	Tour	IIIe-Ile s. av. J-C		Pied 0,275 m?
Turó Rodó	Trame urbaine	IIIe-Ile s. av. J-C	Double pas-pertiga (2,97m)	Pied 0,297 m.
Les Guàrdies	Bâtiment est	Ile s. av. J-C	Pas (1,35 m)	Pied 0,27 m.
Sant Miquel	Fortification	Ile s. av. J-C		Pied 0,32 m.
Cova Foradada	Tour	Ile s. av. J-C	Pas (1,375 m)	Pied 0,275 m.
Tossal de la Cala	Trame urbaine	Ile s. av. J-C	Double pas-pertiga (2,97m)	Pied 0,297 m.
Sant Miquel	Fortification	Ir s. av. J-C	Double pas-pertiga (2,97m)	Pied 0,297 m.

Figure 202. Table résumé avec les principaux sites analysés entre le IIIe et le Ile s. av. J-C, et leurs propositions de restitution modulaire

## 9. Bibliografia

- ABAD, L. 2004: "La Alcudia Ibérica. En busca de la ciudad perdida", *Iberia, Hispania, Spania: una mirada desde Ilici*, Elx, 69-78.
- ABAD, L.; SALA, F. 1993: *El poblado ibérico de El Oral*, Serie de Trabajos Varios SIP 90, Valencia.
- 2006: "Arquitectura monumental y arquitectura doméstica en la Contestania", *Lucentum* 25, Alacant, 23-47.
- 2007, "En torno al urbanismo ibérico de la Contestania", *Lucentum* 26, Alacant, 59-82.
- 2009: "Sistemas de almacenamiento y conservación de alimentos en tierras valencianas", a: GARCÍA HUERTAS, R.; RODRÍGUEZ GONZÁLEZ, D. *Sistemas de almacenamiento entre los pueblos prerromanos hispanos*, Universidad de Castilla-La Mancha, Cuenca, 117-151.
- ABEL, F. M. 1926: "Inscription grecque de l'aqueduc de Jérusalem avec la figure du pied byzantin", *Revue Biblique* 35, Jerusalem, 284-288.
- ADAM, J. P. 1982: *L'architecture militaire grecque*, Picard, Paris.
- ALBERTINI, M. 1920: "Table de mesures de Djemila", *Comptes Rendus Académie des Inscriptions*, Paris, 315-320.
- ALDER, K. 2002: *The Measure of All Things. The seven-year odyssey and hidden error that transformed the world*, The Free Press, Nova York.
- ALMAGRO-GORBEA, M. 1983: "Pozo Moro: el monumento orientalizante, su contexto socio-cultural y sus paralelos en la arquitectura funeraria ibérica", *Madridrer Mitteilungen* 24, Mainz, 177-293.
- ALMAGRO-GORBEA, M.; DOMÍNGUEZ MONEDERO, A. 1988/1989: "El Palacio de Cancho Roano y sus paralelos arquitectónicos", *Zephyrus* 41-42, Salamanca, 339-382.
- ALMAGRO-GORBEA, M.; JIMÉNEZ, J. L. 1982: "Metrología, modulación, trazado y reconstrucción del templo", *El Santuario de Juno en Gabii*, Bibliotheca Italica 17, Roma, 1982.
- ALMAGRO-GORBEA, M.; MONEO, T. 2000: *Santuarios urbanos en el mundo ibérico*, Bibliotheca Archaeologica Hispana 4, Real Academia de la Historia, Madrid.
- ALONSO, N. et al. 2005: *Arbeca. La fortalesa dels Vilars*, Guies del Museu d'Arqueologia de Catalunya, Barcelona.
- ALSINA, C.; FELIU, G.; MARQUET, L. 1990: *Pesos, mides i mesures dels Països Catalans*, Curial, Barcelona.
- ALSINA, C. 2010: *La secta de los números. El teorema de Pitágoras*, RBA, Barcelona.

## Bibliografia

- ÁLVAREZ, N. 1997: "El almacén del Templo A: aproximación a espacios constructivos especializados y su significación socio-económica", a: OLCINA, M. *La Illeta dels Banyets (El Campello, Alicante) Estudios de la Edad del Bronce y Época Ibérica*, Alacant, 133-170.
- ÁLVAREZ, N.; DÍES, E. 1997: "Análisis del conjunto 5 de la Bastida de les Alcusses (Moixent, València)", *Quaderns de prehistòria i arqueologia de Castelló* 18, Castelló de la Plana, pàg. 147-170.
- 1998: "Análisis de un edificio con posible función palacial: la casa 10 de les Alcuses", a: ARANEGUI, C. *Los iberos príncipes de occidente*, Fundació La Caixa, Barcelona, 327-342.
- ÁLVAREZ, R. *et al.* 2008: "Residències aristocràtiques al món ibèric septentrional. El cas del Castellet de Banyoles (Tivissa, Ribera d'Ebre, Tarragona)", *La Cámara de Toya y la arquitectura monumental ibérica*, Universidad Autónoma de Madrid Varia 7, Madrid, 87-102.
- AQUILUÉ *et al.* 2000a: "Les ceràmiques gregues arcaïques de la Palaià polis d'Empòrion", a: CABRERA, P.; SANTOS, M. *Ceràmiques jònies d'època arcaica: centres de producció i comercialització al Mediterrani Occidental*, Empúries, 285-346.
- 2000b: "Els assentaments indígenes i l'ocupació grega arcaica de Sant Martí d'Empúries (L'Escala, Alt Empordà). Resultats del projecte d'intervencions arqueològiques de 1994 i 1995", *L'hàbitat protohistòric a Catalunya, Rosselló i Lluenguadoc Occidental. Actualitat de l'Arqueologia de l'Edat del Ferro*, Girona, 19-32.
- ARANCIBIA, A. 2006: "La Málaga fenicio-púnica a la luz de los últimos hallazgos", *Mainake* 28, Málaga, 333-360.
- ARANEGUI, C. 1987: "Algunas construcciones preaugusteanas de Sagunto", *Los asentamientos ibéricos ante la romanización*, Ministerio de Cultura, Madrid, 155-162.
- 2004a: *Sagunto: oppidum, emporio y municipio romano*, Bellaterra, Barcelona.
- 2004b: "El Grau Vell, port d'Arse-Saguntum", *Opulentissima Saguntum*, Fundació Bancaixa, València, 83-97.
- 2005: "Nuevos datos sobre el templo republicano de Sagunto (Valencia)", *Théorie et pratique de l'architecture romaine. Études offertes à Pierre Gros*, Publications de l'Université de Provence, Aix-en-Provence, 133-140.
- ARANEGUI, C.; DE JUAN, C.; FERNÁNDEZ, A. 2004, "Saguntum como puerto principal, una aproximación náutica", *Méditerranée Occidentale Antique: les*

## Bibliografia

- Échanges III Seminario Auditorium du Musée d'Histoire Marseille*, Marsella, 75-100.
- ARCELIN, P. 2000: "Arles protohistorique, agglomération et structuration urbaine", a: BAUDAT, M. *Espace et urbanisme d'Arles des origines à nos jours*, Arles, 7-23.
- 2008: "Arles protohistorique. De l'implantation coloniale grecque à l'agglomération portuaire indigène", *Carte Archéologique de la Gaule* 13/5, Paris, 97-114.
- ARNOLD, F.; MARZOLI, D. 2009: "Toscanos, Morro de Mezquitilla und Las Chorreras aus baugeschichtlicher Sicht: Städtebau und Wohnhaustypologie im Vergleich", a: HELAS, S., MARZOLI, D. *Internationaler Kongress Phönizisches und punisches Städtewesen (Rom 21-23 feb. 2007)*, Iberia Archaeologica 13, Mainz, 437-460.
- ARRIBAS, A.; TARRADELL, M. 1987: "El foro de Pollentia: noticia de las primeras investigaciones", *Los foros romanos de las provincias occidentales*, Madrid, 121-136.
- ASENSIO, D. *et al.* 2003: "El jaciment ibèric dels Estinclells (Verdú, Urgell): un assentament fortificat ilergeta del segle III aC", *Revista d'Arqueologia de Ponent* 13, Lleida, 223-236.
- 2005: "Noves dades sobre el nucli fortificat ilergeta dels Estinclells (Verdú, Urgell)", *Món Ibèric als Països Catalans. XIII Col·loqui Internacional d'Arqueologia de Puigcerdà*, Puigcerdà, 467-480.
- 2009: "L'arquitectura domèstica en el nucli fortificat ilergeta dels Estinclells (Verdú, l'Urgell), Segle III aC", *L'espai domèstic i l'organització de la societat a la protohistòria de la Mediterrània occidental (Ier mil·leni aC)*, Arqueomediterrània 11, Barcelona, 125-142.
- ASENSIO, D.; MIRÓ, M.; SANMARTÍ, J. 2002: "El Castellet de Banyoles (Tivissa, Ribera d'Ebre) i el procés de jerarquització del poblament ibèric en el curs inferior de l'Ebre", a: NOGUERA, J. *Ibers a l'Ebre, recerca i interpretació, I Jornades d'Arqueologia de Tivissa*, Tivissa, 185-203.
- 2005: "Darreres intervencions arqueològiques en el Castellet de Banyoles (Tivissa, Ribera d'Ebre): una ciutat ibèrica en el segle III aC", *Món Ibèric als Països Catalans. XIII Col·loqui internacional d'Arqueologia de Puigcerdà*, Puigcerdà, 615-628.
- ASENSIO, D.; PONS, E. 2009: "L'entrada meridional del nucli ibèric fortificat del Mas Castellar (Pontós, Alt Empordà): una porta complexa del segle V aC", *Revista d'Arqueologia de Ponent* 19, Lleida, 271-285.
- ASENSIO ESTEBAN, J. A. 1995: "Arquitectura de tierra y madera en la protohistoria del valle medio del Ebro y su relación con la del Mediterráneo", *Caesaraugusta* 71, Saragossa, 23-56.

## Bibliografia

- 2003: “El "sacellum in antis" del "circulo católico" de Huesca (Osca, Hispania Citerior), un ejemplo precoz de arquitectura templaria romana en el Valle del Ebro”, *Salduie* 3, Saragossa, 93-127.
- AUBET, M. E. 1994: *Tiro y las colonias fenicias de Occidente*, Crítica Arqueología, Barcelona.
- BADAWY, A. 1965: *Ancient Egyptian architectural design: a study of the harmonic system*, University of California Press, Berkeley.
- BADIE, A.; MORET, P. 1998: “Metrología y arquitectura modular en el puerto de La Picola (Santa Pola, Alicante) al final del siglo V a.C.”, *Archivo Español de Arqueología* 71, Madrid, 53-61.
- BADIE, A.; BERNARD, L. 2008: “Organisation modulaire du site du Verduron à Marseille (Bouches-du-Rhône), habitat gaulois du IIIe siècle avant notre ère”, *Archéologies de Provence et d'ailleurs: mélanges offerts à Gaëtan Congès et Gérard Sauzade*, Aix-en-Provence, 291-299.
- BAKHUIZEN, S. C. 1986: “La grande batterie de Gorítsa et l'artillerie défensive”, *La fortification dans l'histoire du monde grec. Actes du colloque international (Valbonne décembre 1982)*, CNRS, Paris, 315-321.
- BALLESTER, I.; PERICOT, L. 1929: “La Bastida de les Alcuses (Mogente)”, *Archivio de Prehistoria Levantina* 1, València, 179-213.
- BALLU, A. 1913: “Rapport sur les fouilles exécutées en 1912 par le Service des monuments historiques de l'Algérie”, *Bulletin archéologique du Comité des travaux historiques et scientifiques*, Paris, 159-169.
- BANKEL, H. 1984a: “Moduli an den Tempeln von Tegea und Stratos? Grenzen der Fussmassbestimmung”, *Archäologischer Anzeiger* 1984, Berlin, 413-430.
- 1984b: “Das Fussmass des Parthenon”, *Bauplanung und Bautheorie der Antike. Diskussionen zur Archäologischen Bauforschung* 4, Philipp von Zabern, Mainz, 33-39.
- BARRACHINA, A.; MOLTÓ, S. 2000: “El Puig (Alcoi)”, a: AURA, J. E.; SEGURA, J. M. *Catàleg del Museu Arqueològic Municipal Camil Visedo Moltó Alcoi*, Alcoi, 101-104.
- BARRACHINA, A. et al. 1984: “Excavaciones en el Grau Vell de Sagunt. 1983”, *Saguntum* 18, València, 205-228.
- BARRESI, P. 1991: “Sopravvivenze dell'unità di misura punica e suoi rapporti con il piede romano nell'Africa di età imperiale”, *L'Africa Romana. Atti del VIII Convegno di Studio (Cagliari, 1990)*, Roma, 479-503.
- 2007: *Metrologia punica*, Quaderni di archeologia e antropologia, Lugano.

## Bibliografia

- BARTHÉLEMY, D., DUBOIS, S. 2007: "Métrologie antique: une tige métallique graduée découverte à Mâçon (Saône-et-Loire)", *Revue Archéologique de l'Est* 56, Dijon, 371-379.
- BATS, M. 2001: "La chôra de Massalia", *Problemi della chora coloniale dall'Occidente al Mar Nero*, Tarento, 491-512.
- 2004: "Les colonies massaliètes de Gaule méridionale: sources et modèles d'un urbanisme militaire aux IV-III siècle avant J.-C.", a: AUGUSTA-BOULAROT, S.; LAFON, X., *Des Ibères aux Vénètes*, Roma, 51-64.
- BEA, D.; DILOLI, J. 2005: "Elements de representació durant la primera edat del ferro al curs inferior de l'Ebre: el recinte del Turó del Calvari Vilalba del Arcs, Terra Alta)", *Revista d'Arqueologia de Ponent* 15, Lleida, 179-200.
- BELARTE, C. 1997: *Arquitectura domèstica i estructura social a la Catalunya protohistòrica*, Arqueomediterrània 1, Barcelona.
- : "L'utilisation de la brique crue dans la Péninsule Ibérique durant la Protohistoire et la période romaine", *Actes du Colloque international 3e échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue: la brique de terre crue*. [En premsa]
- BELARTE, C.; OLMOS, P.; PRINCIPAL, J.: "¿Los romanos "iberizados"? Aportaciones romanas y tradiciones indígenas en la Hispania Citerior mediterránea", *Atti del XVII Congresso Internazionale d'Archeologia Classica (Roma, 2008)*, Roma. [En premsa]
- BELDA, J. 1950-1951: "Castillejo ibérico del Tosal de Polop (Cala de Benidorm)", *Memorias de los museos arqueológicos provinciales XI-XII*, Madrid, 79-105.
- BELVEDERE, O. 1987: "Appunti sulla topografia antica di Panormo", *Kokalos* 33, Palermo, 289-303.
- 1998: "Studi di topografia antica di Panormo", *Palermo punica*, Palermo, 71-78.
- BENDALA, M. 2005: "La Contestania ibérica y el mundo púnico", a: ABAD, L. et al., *La Contestania Ibérica, treinta años después*, Universitat d'Alacant, Alacant, 37-51.
- BENDALA, M.; BLÁNQUEZ, J. 2002-2003: "Arquitectura militar púnico-helenística en Hispania", *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad Autónoma de Madrid* 28-29, Madrid, 145-159.
- BERNABEU, J.; BONET, H.; MATA, C. 1987: "Hipótesis sobre la organización del territorio edetano en época ibérica plena: el ejemplo del territorio de Edeta/Llíria", a: RUIZ, A.; MOLINOS, M. *Iberos: actas de las I Jornadas sobre el mundo ibérico (Jaén, 1985)*, Jaén, 137-156.
- BERRIMAN, A. F. 1953: *Historical Metrology*, Greenwood Press, Nova York.
- BERROCAL, L.; SILVA, C.; PRADOS, F.: "Le "Castro dos Ratinhos" (Moura, Portugal) un exemple précoce de la colonisation sacrée phénicienne dans l'occident de la



## Bibliografia

- péninsule ibérique (IX-VIII s. av.-J.-C.)", *VIIème congrès international des études phéniciennes et puniques (Hammamet, 2009)*, Hammamet. [En premsa]
- BIEWERS, M. 1995: "L'habitat traditionnel contemporain. Sa construction et ses racines dans la maison du proche Orient (Trois études de villages jordaniens)", *Ethno-archéologie méditerranéenne: finalités, démarches et résultats*, Casa de Velázquez, Madrid, 29-52.
- BLÁNQUEZ, J. 2008: "Arquitectura defensiva del suroeste de la Península Ibérica", *Arquitectura defensiva fenicio-púnica. Treballs del Museu Arqueològic d'Eivissa i Formentera* 61, Eivissa, 145-183.
- BLAS DE ROBLÈS, J-M.; SINTES, C. 2003: *Sites et monuments antiques de l'Algérie*, Édisud, Aix-en-Provence.
- BOFINGER, J.; SCHWEIZER, P.; STROBEL, M. 2000: *Das Oppidum von Bramefan : Untersuchungen zur Eisenzeit in der Provence*, Tübinger Schriften zur ur- und frühgeschichtlichen Archäologie 5, Münster.
- BOLUFER, J.; SALA, F. 2009: "Una torre de guaita ibèrica al tossal de l'Empedrola", *Calp, arqueología y museo*, MARQ, Alacant, 54-67.
- BONET, H. 1978: *Estudio de los recintos y fortificaciones en la Edetania y Contestania*, Tesis de llicenciatura inèdita, Departament de Prehistòria i Arqueologia, Universitat de València.
- 1981: *El poblado ibérico del Puntal dels Llops (El Colmenar, Olocau, Valencia)*, Trabajos varios del S.I.P. 71, Diputación de Valencia, València.
- 2006: "Tres modelos de arquitectura defensiva y protección del territorio. Edeta, Kelin y la Bastida de les Alcuses", a: OLIVER, A., *Arquitectura defensiva. La protección de la población y del territorio en época ibérica*, Sociedad Castellonense de Cultura, Castelló de la Plana, 13-46.
- BONET, H.; MATA, C. 1991: "Las fortificaciones ibéricas en la zona central del País Valenciano", *Fortificacions: la problemàtica de l'Ibèric ple (segles IV-III aC). Actes del simposi internacional d'Arqueologia Ibèrica*, Manresa, 11-35.
- 1997: "Lugares de culto edetanos. Propuesta de definición", *Quaderns de Prehistòria i Arqueologia de Castelló* 18, Castelló de la Plana, 115-146.
- 2001: "Los íberos en las comarcas centrales valencianas", a: LORRIO, A. *Los íberos en la comarca de Requena-Utiel (Valencia)*, Universitat d'Alacant, Alacant, 63-74.
- 2002: *El Puntal dels Llops. Un fortín edetano*, Trabajos varios del S.I.P. 99, Diputación de Valencia, València.
- BONET, H.; PASTOR, I. 1984: "Técnicas constructivas y organización del hábitat del Puntal dels Llops (Olocau, Valencia)", *Saguntum* 18, Valencia, 163-187.

## Bibliografia

- BONET, H.; VIVES-FERRÁNDIZ, J. 2005: "La organización territorial en el País Valenciano entre los siglos VI y I a.C. panorama actual y reflexiones para el debate", *Món Ibèric als Països Catalans. XIII Col·loqui internacional d'Arqueologia de Puigcerdà*, Puigcerdà, 667-692.
- 2009: "Sistemas de acceso y puertas de los poblados ibéricos del País Valenciano", *Revista d'Arqueologia de Ponent* 19, Lleida, 287-306.
- BONET, H.; VIVES-FERRÁNDIZ, J.; CARUANA, I. 2005: "La Bastida de les Alcusses (Moixent, Valencia). Investigación y musealización", a: ABAD, L. *et al.* *La Contestania ibérica, treinta años después*, Alicante, 267-279.
- BONET, H.; MATA, C.; MORENO, A. 2008: "Iron Age landscape and rural habitat in the Edetan Territory, Iberia (4<sup>th</sup>-3<sup>rd</sup> centuries BC)", *Journal of Mediterranean Archaeology* 21-2, Glasgow, 165-189.
- BONET, H. *et al.* 2007: "De pesos y capacidades: una experiencia en la Bastida de les Alcusses (Moixent, Valencia)", a: RAMOS, M. L. *et al.*, *Arqueología experimental en la península Ibérica: investigación, didáctica y patrimonio, I Congreso de Arqueología Experimental (Santander, 2005)*, Santander, 283-290.
- BRIDGER, C. J. 1984: "The pes monetalis and the pes drusianus in Xanten", *Britannia* 15, Londres, 85-98.
- BRONCANO, S.; ALFARO, M. 1990: *Los Caminos de ruedas de la ciudad ibérica de "El Castellar de Meca" (Ayora, Valencia)*, Excavaciones arqueológicas en España 162, Madrid.
- BRUGNONE, A. 1997 "Legge di Himera sulla ridistribuzione della terra", *La Parola del Passato* 52, Napoli, 262-305.
- BURILLO, F. 1983: *El poblado de época ibérica y yacimiento medieval: Los Castellares (Herrera de los Navarros-Zaragoza)*, Institución Fernando el Católico, Zaragoza.
- BURJACHS, F.; BENITO, N.; DEFAUS, J. M. 1991: "El poblat ibèric fortificat de Burriac (Cabrera de Mar, el Maresme)", *Actes del Simposi Internacional d'Arqueologia Ibèrica: Fortificacions, la problemàtica de l'Ibèric Ple (segles IV-III aC)*, Manresa, 159-163.
- BÜSING, H. H. 1982: "Metrologische Beiträge", *Jahrbuch des Deutschen Archäologischen Instituts* 97, Berlin, 1-45.
- CALVO, J. C. 2006: "Sistemas metrológicos prerromanos en la península Ibérica", *Studium revista de humanidades* 12, Teruel, 35-55.
- CARATINI, R. 2004: *Los matemáticos de Babilonia*, Bellaterra, Barcelona.
- CARTER, J. 1998: *The Chora of Metaponto: the necropoleis*, University of Texas, Austin.

## Bibliografia

- CARTON, L. 1929: *Sanctuaire punique découvert à Carthage*, P. Geuthner, Paris.
- CARUSO, E. 2003: "Lilibeo-Marsala: le fortificazioni puniche e medievali", *Quarte Giornate di Studi sull'area Elima* (Erice, 1-4 dicembre 2000), Pisa, 171-224.
- 2006: "Le fortificazioni di Lilibeo: un monumentale esempio della poliorcética púnica in Sicilia", a: VAGGIOLI, M. A. *Guerra e pace in Sicilia en el Mediterraneo antico, VIII-III sec. a.C.*, Pisa, 283-305.
- CASAS, S., et al. 2002: "Noves aportacions al coneixement de l'ampliació nord de l'oppidum del Puig de Sant Andreu (Ullastret, Baix Empordà). Estudi d'una inscripció sobre pedra trobada en aquesta zona", *Cypselà* 14, Girona, 237-250.
- CASAS, S. et al. 2005: "Els temples de l'oppidum d'Ullastret. Aportacions al seu coneixement", *Món Ibèric als Països Catalans. XIII Col·loqui Internacional d'Arqueologia de Puigcerdà*, Puigcerdà, 989-1001.
- CAVEING, M. 1992: *L'irrationalité dans les mathématiques grecques jusqu'à Euclide*, Presses Universitaires de Septentrion, Villeneuve d'Ascq.
- CHABOT, L. 2004: *L'oppidum de La Cloche (Les Pennes-Mirabeau, Bouches-du-Rhône)*, Protohistoire européenne 7, Montagnac.
- CHAUSSERIE-LAPRÉE, J. 2005: *Martigues, terre gauloise. Entre Céltique et Méditerranée*, Errance, Paris.
- CHAUSSERIE-LAPRÉE, J.; NIN, N.; DOMALLAIN, L. 1984: "Le village protohistorique du quartier de l'Île à Martigues (B.-du-Rh.). Urbanisme et architecture de la phase primitive (V<sup>e</sup>-III<sup>e</sup> s. av. J.-C.). I. Urbanisme et fortification", *Documents d'Archéologie Méridionale* 7, Lattes, 27-52.
- CHAUSSERIE-LAPRÉE, J.; NIN, N. 1987: "Le village protohistorique du quartier de l'Île à Martigues (B.-du-Rh.). Urbanisme et architecture de la phase primitive (début V<sup>e</sup>-III<sup>e</sup> s. av. J.-C.). II. Données nouvelles sur l'urbanisme et architecture domestique", *Documents d'Archéologie Méridionale* 10, Lattes, 31-89.
- CHAZELLES, C. A. 1997: *Les Maisons en terre de la Gaule méridionale*, Monographies Instrumentum 2, Monique Mergoïl, Montagnac.
- CHOUQUER, G.; FAVORY, F. 2001: *L'Arpentage romain: histoire des textes, droit, techniques*, Errance, Paris.
- CIASCA, A. 1986: "Fortificazione di Mozia (Sicilia). Dati tecnici e proposta preliminare di periodizzazione", a: LERICHE, P.; TRÉZINY, H., *La fortification dans l'histoire du monde grec. Actes du colloque international. La fortification et sa place dans la histoire politique, culturelle et sociale du monde grec (Valbonne, décembre 1982)*, Paris, 221-227.

## Bibliografia

- 2000: “Tecniche murarie e fortificazione puniche in Sicilia”, a: GONZÁLEZ PRATS, A. *Fenicios y territorio: actas del II seminario internacional sobre temas fenicios (Guardamar del Segura, 1999)*, Alicante, 57-70.
- CIASCA, A. *et al.* 1989: *Mozia*, Istituto Poligrafico e zecca dello stato, Roma.
- CLARKE, J.; BACON, F.; KOLDEWEY, R. 1902: *Investigations at Assos: expedition of the Archeological Institute of America*, Heintzemann Press, Boston.
- CLAVEL-LÉVÊQUE, M. 1999: “Le territoire d’Agde grecque. Histoire et structures”, *Territoires des cités grecques*, Bulletin de Correspondance Hellénique Supplément, Paris, 177-197.
- COULTON, J. J. 1977: *Greek Architects at Work: problems of structure and design*, Cornell University, Ithaca.
- 1989: “Modules and measurements in ancient design and modern scholarship”, a: GEERTMAN, H.; JONG, J. De. *Munus non ingratum: proceedings of the International Symposium on Vitruvius’ De Architectura and the Hellenistic and Republican Architecture, Leiden, 20-23 January 1987*, Stichting Bulletin Antieke Beschaving, Leiden, 85-89.
- CUNTRONI TUSA, V. 1994: *Solunto*, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma.
- CURCHIN, L. 2002: “La metrología de los celtíberos y su romanización”, *Zephyrus* 55, Salamanca, 247-255.
- DEKOULAKOU, I. 1990: “A metrological relief from Salamis”, *American Journal of Archaeology* 94, Boston, 445-451.
- DE PRADO, G. 2006: *Materials, elements i tècniques de construcció de l’arquitectura d’època ibèrica al Puig de Sant Andreu (Ullastret)*, Treball de recerca de tercer cicle inèdit, Departament de Geografia, Història i Història de l’Art, Universitat de Girona, Girona.
- 2009: “Noves aportacions al coneixement de les portes i dels sistemes d’accés a l’oppidum” ibèric del Puig de Sant Andreu (Ullastret, Baix Empordà)”, *Revista d’Arqueologia de Ponent* 19, Lleida, 335-358.
- DE ZWARTE, R. 1994: “Der ionische Fuss und das Verhältnis der römischen, ionischen und attischen Fussmasse zueinander”, *Bulletin Antieke Beschaving* 69, Leiden, 115-143.
- 1996: “Der ursprüngliche Entwurf für das Hephaisteion in Athen. Eine modulare architektonische Komposition des 5. Jhs. v.Chr.”, *Bulletin Antieke Beschaving* 71, Leiden, 95-102.
- 2002: “Evidence of the so-called golden section in archaic South Italy. The Hera temple I (basilica) at Paestum. With an addendum on the Parthenon at Athens”, *Bulletin Antieke Beschaving* 77, Leiden, 9-18.

## Bibliografia

- DÍES, E. 1986: *Las torres ibéricas de vigilancia y señales en el noroeste de la Edetania*, Tesis de llicenciatura inèdita, Departament de Prehistòria i Arqueologia, Universitat de València.
- 1991: “Funcionalidad de las torres en las fortificaciones del Camp de Turia (Valencia): Defensa, vigilancia y señales”, *Actes del Simposi Internacional de Arqueologia Ibèrica: Fortificacions, la problemàtica de l’Ibèric Ple (segles IV-III aC)*, Manresa, 171-178.
  - 2001: “La influencia de la arquitectura fenicia en las arquitecturas indígenas de la Península Ibérica (s. VIII-VIII)”, a: RUIZ MATA, D.; CELESTINO, S. *Arquitectura oriental y orientalizante en la península ibérica*, Madrid, 69-122.
  - 2005: “La torre portal y el portal torreado en las fortificaciones ibéricas. Estudio de las entradas norte y oeste de la Bastida de les Alcusses (Moixent, València)”, *Saguntum* 37, València, 73-84.
  - 2008: “Las fortificaciones púnicas de Cerdeña y Sicilia: dos respuestas distintas a dos situaciones diferentes”, *Arquitectura defensiva fenicio-púnica. XXII Jornadas de Arqueología Fenicio-púnica (Eivissa, 2007)*, Eivissa, 57-90.
- DÍES, E.; IBORRA, M.; PÉREZ, G. 2006: “Análisis funcional y urbanístico de la casa 11 de la Bastida de les Alcusses (Moixent, València)”, *Saguntum* 38, Valencia, 119-131.
- DÍES, E. et al. 1997: “La Bastida de les Alcusses (Moixent): resultados de los trabajos de excavación y restauración. Años 1990-1995”, *Archivo de Prehistoria Levantina* 22, València, 215-295.
- DILKE, O. A. W. 1971: *The roman land surveyors*, David & Charles, Newton.
- 1987: *Mathematics and Measurement*, British Museum Publications, Londres.
- DINSMOOR, W. B. 1949: *The Architecture of ancient Greece: an account of its historic development*, Biblo and Tannen, New York.
- 1961: “The Basis of Greek Temple Design: Asia Minor, Greece, Italy”, *Atti del settimo congresso internazionale di archeologia classica (Roma, Napoli 1958)*, L’Erma di Bretschneider, Roma, 355-368.
- DOCCI, M.; MAESTRI, D. 2006: *Manuale di rilevamento architettonico e urbano*, Editori Laterza, Bari.
- DOMÍNGUEZ MONEDERO, A. 1997: “Los lugares de culto en el mundo ibérico: espacio religioso y sociedad”, *Quaderns de Prehistòria i Arqueologia de Castelló* 18, Castelló de la Plana, 391-404.
- DÖRPFELD, W. 1883: “Beiträge zur antiken Metrologie 3: Die königliche Elle des Herodot und die Philetaerische Fuss”, *Mitteilungen des Deutschen Archäologischen Instituts, Athenische Abteilung* 8, Berlin, 342-358.

## Bibliografia

- DUCREY, P. 1986: "Les fortifications grecques: rôle, fonction, efficacité", a: LERICHE, P.; TRÉZINY, H. *La fortification dans l'histoire du monde grec. Actes du colloque international (Valbonne décembre 1982)*, Paris, 133-142.
- DUNCAN-JONES, R. 1980: "Length-units in Roman town planning. The pes monetalis and the pes Drusianus", *Britannia* 11, Londres, 127-133.
- DUNLAP, R. A. 1997: *The Golden ratio and Fibonacci numbers*, World Scientific, Singapur.
- DUVAL, R. 1950: "Mise au jour de l'enceinte extérieure de la Carthage punique", *Comptes Rendus Académie des Inscriptions* 94, Paris, 53-59.
- ELAM, K. 2001: *Geometry of design: studies on proportion and consumption*, Princeton Architectural Press, New York.
- FAMÀ, M. L. 2002: *Mozia: gli scavi nella "Zona A" dell'abitato*, Centro Internazionale di Studi Fenici, Punici e Romani, Comune di Marsala, Bari.
- 2009: "L'urbanistica e le strutture abitative di Mozia allo stato attuale delle ricerche", a: HELAS, S., MARZOLI, D., *Internationaler Kongress Phönizisches und punisches Städtewesen (Rom 21-23 feb. 2007)*, Iberia Archaeologica 13, Mainz, 271-287.
- FANTAR, M. 1986: *Kerkouane cité punique du Cap Bon*, Institut national d'archéologie et d'art, Tunis.
- 1998: *Carthage. Approche d'une civilisation*, Les Éditions de la Méditerranée, Tunis.
- FERNÁNDEZ CASTRO, M. J., CUNLIFFE, B. 2002: *El Yacimiento y el santuario de Torreparedones: un lugar arqueológico preferente en la campiña de Córdoba*, BAR International Series 1030, Oxford.
- FERNÁNDEZ JURADO, J. 1991: "Influencia fenicia en la arquitectura tartésica", *Treballs del Museu Arqueològic d'Eivissa i Formentera* 24, Eivissa, 169-176.
- 2003: "Indígenas y fenicios en Huelva", *Huelva Arqueológica* 18, Huelva, 33-53.
- FERNÁNDEZ JURADO, J., GARCÍA SANZ, C. 1987: "Arquitectura y urbanismo de Tejada", *Huelva arqueológica* 9, Huelva, 107-116.
- 2001: "Arquitectura oriental en Huelva", a: RUIZ MATA, D.; CELESTINO, S. *Arquitectura oriental y orientalizante en la Península Ibérica*, Madrid, 159-172.
- FERNÁNDEZ MATEU, G. 2000: *El Kalathos "sombbrero de copa" ibérico en el País Valenciano. El kalathos "de cuello estrangulado" del Museo Arqueológico de Villena: dos bases para un sistema métrico ibérico*, Fundación Municipal José María Soler, Villena.
- FERRER, C.; GARCIA, J.; MORER, J., 2003: "Fondo del Roig (Cunit): un nucli camperol ibèric de la Cossetània", a: GUITART, J. et al., *Territoris antics a la*

## Bibliografia

- Mediterrània i a la Cossetània oriental*, Departament de Cultura, Generalitat de Catalunya, Barcelona, 327-338.
- FIGUERAS PACHECO, F. 1959: *Dos mil años atrás. Las ciudades, el puerto y la necrópolis de la Albufereta*, Instituto de Estudios Alacantinos, Alacant.
- FINKIELSZTEJN, G. 2001: "Administration and trade in the Hellenistic Period: Dating and standards of measures", a: RIMON, O., SHCHORI, R. *Measuring and Weighing in Ancient Times*, University of Haifa, Haifa, 15-20.
- FINLEY, M. 1973: *Problèmes de la terre en Grèce ancienne*, Mouton, Paris.
- FLETCHER, D. 1940: "El poblado ibérico de Rochina", *Atlantis* XV, Madrid, 125-140.
- FLETCHER, D.; MATA, C. 1981: "Aportación al conocimiento de los ponderales ibéricos", *Saguntum* 16, Valencia, 165-175.
- FLETCHER, D.; SILGO, L. 1995: "De nuevo sobre ponderales ibéricos", *Verdolay* 7, Murcia, 271-275.
- FLETCHER, D.; PLA, E.; ALCÁCER, J. 1965: *La Bastida de les Alcuses: Mogente-Valencia*, Trabajos Varios del SIP 24, Valencia.
- 1969: *La Bastida de les Alcuses: Mogente-Valencia*, Trabajos Varios del SIP 25, Valencia.
- FOUCART, P. 1882: "L'arsenal de Philon", *Bulletin de Correspondance Hellénique* 6, Atenes, 540-555.
- FRIGOLA, J.; LLINÀS, J.; MONTALBÁN, C. 2009: *Turó Rodó, un assentament ibèric tardà a Lloret de Mar*, Ajuntament de Lloret de Mar, Lloret de Mar.
- GARCIA, D. 1996: "Dynamique de développement de la ville de Lattara, implantation, urbanisme et métrologie", *Lattara* 9, Lattes, 7-24.
- 1999: "La gestion de l'espace urbain de la cité de Lattes au IV<sup>e</sup> avant notre ère", a: PY, M., *Recherches sur le quatrième siècle avant notre ère à Lattes*, *Lattara* 12, Lattes, 641-650.
- 2004: *La Celtique méditerranéenne, Habitats et sociétés en Languedoc et en Provence VIII-II siècle av. J.-C.*, Errance, Paris.
- GARCÍA FUERTES, J. M. 1998: "La Punta d'Orleyl (La Vall d'Uixó, Castellón): Un ejemplo de espacio de poder", a: ARANEGUI, C. *Los iberos príncipes de Occidente (Congreso Internacional, Barcelona, 12-14 de marzo de 1998)*, Fundación "La Caixa", Barcelona, 115-128.
- GARCÍA GANDÍA, J. R. 2005: "La necrópolis orientalitzante de les Casetes. Ajueres y estructuras funerarias", a: ABAD, L. et al. *La Contestania Ibérica treinta años después*, Alacant, 345-355.
- 2009: *La necrópolis orientalitzante de les Casetes (La Vila Joiosa, Alicante)*, Anejo a la revista *Lucentum* 19, Alacant.

## Bibliografia

- GARCÍA GANDÍA, J. R.; MORATALLA, J. 1999: "Un primer avance sobre un templo de arquitectura de prestigio ibérica: las Tres Hermanas (Aspe, Alicante)", *Revista del Vinalopó* 2, 151-172.
- GARCÍA HERNÁNDEZ, F. 1986: "Tossal de la Cala", *Arqueología en Alicante 1976-1986*, Instituto de Estudios "Juan Gil-Albert", Alicante, 55-56.
- GARCIA ROSSELLÓ, J. 1993: *Turó dels Dos Pins. Necròpolis ibèrica*, AUSA, Sabadell.
- GARCIA ROSSELLÓ, J.; MIRÓ, J.; PUJOL, J. 1991: La porta meridional del poblament ibèric de Burriac (Cabrera de Mar, el Maresme), *Actes del Simposi Internacional d'Arqueologia Ibèrica: Fortificacions, la problemàtica de l'Ibèric Ple (segles IV-III aC)*, Manresa, 199-213.
- GARCIA, J.; MORER, J.; RIGO, A. 1996: "El Fondo del Roig (Cunit). Un nucli camperol ibèric de la Cossetània", *Miscel·lània Penedesenca*, Vilafranca del Penedès, 179-196.
- GARLAN, Y. 1974: *Recherches de poliorcétique grecque*, Bibliothèques des écoles françaises d'Athènes et de Rome 224, Paris.
- GASSNER, V.; SOKOLICEK, A.; TRAPICHLER, M. 2002: "Forschungen im Bereich des "Castelluccio", *Forum Archaeologiae* 25/XII/2002 (<http://farch.net>).
- GENERA, M.; BRULL, C.; GÓMEZ, A. 2005: "Disseny i planificació del sistema defensiu de Sant Miquel de Vinebre (Ribera d'Ebre)", *Tribuna d'Arqueologia 2002-2003*, Generalitat de Catalunya, Departament de Cultura, Barcelona, 95-116.
- GHYKA, M. 1931: *Le nombre d'or: rites et rythmes pythagoriciens dans le développement de la civilisation occidentale*, Gallimard, Paris.
- GIL-MASCARELL, M. 1970: "El poblado ibérico de Cova Foradà (Liria-Valencia)", *Saguntum* 10, Valencia, 91-106.
- GIMENO, L.; DÍES, E. 1995: "El sistema defensivo de la zona SE del yacimiento ibérico del Pico de los Ajos (Yátova, Valencia)", *Saguntum* 29, Valencia, 85-91.
- GIULIANI, C. F. 1976: *Archeologia: documentazione grafica*, De Luca, Roma.
- GÓMEZ BELLARD, C.; VAN DOMMELEN, P. 2008: *Rural landscapes of the punic world*, Equinox, Oakville.
- GONZÁLEZ VILLAESCUSA, R. 2002: *Las formas de los paisajes mediterráneos: ensayos sobre las formas, funciones y epistemología parcelarias*, Universidad de Jaén, Jaén.
- 2003: "Essai de définition d'un module agraire chez les Ibères", a: FAVORY, F. *Métrologie agraire antique et médiévale. Actes de la table ronde d'Avignon, 8 et 9 décembre de 1998*, Besançon, 15-25.
- GRACIA ALONSO, F. 1995: "Producción y comercio de cereal en el N.E. de la Península Ibérica entre los siglos VI-II A.C.", *Pyrenae* 26, Barcelona, 91-113.



## Bibliografia

- 1997a: “L’artillerie romaine et les fortifications ibériques dans la conquête du Nord-Est de la péninsule Ibérique (218-195 av. J.-C.)”, *Journal of Roman Military Equipment Studies* 8, Oxford, 201-231.
  - 1997b: “Poliorcética griega y fortificaciones ibéricas”, *La guerra en la antigüedad: Una aproximación al origen de los ejércitos en Hispania. [Exposición], Madrid, 29 de abril - 29 de junio 1997*, Ministerio de Defensa, Subdirección General de Acción Cultural y Patrimonio Histórico, Madrid, 165-183.
  - 1998: “Arquitectura y poder en las estructuras de poblamiento ibéricas. Esfuerzo de trabajo y corveas”, a: ARANEGUI, C., *Los iberos príncipes de Occidente (Congreso Internacional, Barcelona, 12-14 de marzo de 1998)*, Fundació La Caixa, 99-113.
  - 2004: “Datos para el análisis del concepto del espacio público en los oppida ibéricos: templos, edificios comunitarios y almacenes”, a: AUGUSTA-BOULAROT, S.; LAFON, X., *Des Ibères aux Vénètes*, Collection de l'École Française de Rome 328, Roma, 79-111.
  - 2009: “Producción y almacenamiento de excedentes agrícolas en el NE peninsular entre los siglos VII y II a.C. Análisis crítico”, a: GARCÍA HUERTAS, R.; RODRÍGUEZ GONZÁLEZ, D., *Sistemas de almacenamiento entre los pueblos prerromanos hispanos*, Universidad de Castilla-La Mancha, Cuenca, 9-71.
- GRACIA ALONSO, F.; MUNILLA, G.; PALLARÉS, R. 1988: *La Moleta del Remei, Alcanar-Montsià: campañas 1985-1986*, Diputació de Tarragona, Tarragona.
- 1991: “Estructuración del poblamiento y sistemas defensivos en el área de la desembocadura del Ebro. Dos casos de estudio: La Moleta del Remei(Alcanar) y el Castellet de Banyoles (Tivissa)”, *Actes del Simposi Internacional d'Arqueologia Ibèrica: Fortificacions, la problemàtica de l'Ibèric Ple (segles IV-III aC)*, Manresa, 67-78.
- GRAS, M. 1995: “L’arrivée d’immigrés à Marseille au milieu du VIe s. av. J.-C”, a: ARCELIN, P. et al. *Sur les pas de Grecs en Occident*, Aix-en-Provence, 363-366.
- GRAU, I. 2002: *La Organización del territorio en el área central de la Contestania Ibérica*, Publicaciones de la Universidad de Alicante, Alacant.
- 2005: “El territorio septentrional de la Contestania”, a: ABAD, L. et al., *La Contestania Ibérica, treinta años después*, Universitat d’Alacant, Alacant, 73-90.
- GRAU, I.; REIG, C. 2002/2003: “Sobre el uso de metales en la Contestania ibérica”, *Recerques del Museu d’Alcoi* 11-12, Alcoi, 101-150.
- GRAU, I.; MORATALLA, J. 2003/2004: “La regulación del peso en la Contestania ibérica. Contribución al estudio formal y metrológico de las pesas de balanza”, *Anales de prehistoria y arqueología* 19-20, Murcia, 25-54.

## Bibliografia

- GROS, P. 1976: "Nombres irrationnels et nombres parfaits chez Vitruve", *Mélanges de l'École Française de Rome. Antiquité* 88, Roma, 669-704.
- GRUP D'INVESTIGACIÓ PREHISTÒRICA 2003: "Caballos y hierro. El campo frísio y la fortaleza de Els Vilars d'Arbeca (Lleida, España), siglos VII-IV a.n.e.", a: ALONSO, N. et al. *Cheveux-de-frise i fortificació en la primera edat del ferro europea*, Universitat de Lleida, Lleida, 233-274.
- GSELL, S.; JOLY, CH. A. 1914: *Khamissa, Mdaourouch, Announa. Fouilles exécutées par le Service des monuments historiques de l'Algérie*, E. de Boccard, Paris.
- GUÉRIN, P. 2003: *El Castellet de Bernabé y el horizonte ibérico pleno edetano*, Trabajos varios del S.I.P. 100, Diputación de Valencia, València.
- GUÉRY, R. 1962-1965: "Les thermes du sud-est de Rusguniae (Tamatfoust)", *Bulletin d'Archéologie Algérienne* 1, Alger, 21-40.
- GUSI, F. 2002/2003: "Una hipótesis interpretativa referida a la funcionalidad y uso social del edificio ilercavón del Perengil (Vinaròs, Baix Maestrat, Castelló)", *Quaderns de prehistòria i arqueologia de Castelló* 23, Castelló de la Plana, 151-172.
- GUY, M. 1996: "Géométrie des parcellaires réguliers. Le problème des dimensions", *Les formes des paysages, 2. Archéologie des parcellaires. Actes du colloque d'Orléans*, Errance, Paris, 180-192.
- HALLIER, G. 1986: "Pierre de taille et mesures normalisées. Les enceintes hellénistiques d'Apollonia de Cyrénaïque et de Massalia", a: LERICHE, P.; TRÉZINY, H. *La fortification dans l'histoire du monde grec, Actes du colloque international, (Valbonne, 1982)*, Paris, 251-271.
- 1994: "Coudée", *Encyclopédie Berbère* XIV, Aix-en-Provence, 2111-2121.
- HAMBIDGE, J. 1920: *Dynamic symmetry: the Greek vase*, Yale University Press, New York.
- 1924: *The Parthenon and other Greek temples: their dynamic symmetry*, Yale University Press, New Haven.
- HELLMAN, M. C. 2002: *L'Architecture grecque*, Picard, París.
- HERNÁNDEZ, E. 1991: "Estructuras y fases de ocupación", *Saguntum y el mar*, Generalitat Valenciana, Valencia, 61-63.
- HERZ-FISCHLER, R. 1998: *A mathematical history of the golden number*, Dover Publications, New York.
- 1987: *A mathematical history of division in extreme and mean ratio*, Wilfrid Laurier University Press, Ontario.
- HITZL, K. 1996: *Die Gewichte griechischer Zeit aus Olympia*, Olympische Forschungen 25, Walter de Gruyter, Berlin.

## Bibliografia

- HULTSCH, F. 1862: *Griechische und römische Metrologie*, Weidmannsche, Berlin.
- 1866: *Metrologicorum Scriptorum Reliquiae*, Teubner, Leipzig.
- IOPPOLO, G. 1967: "La tavola delle unità di misura nel mercato augusteo di Leptis Magna", *Quaderni d'archeologia della Lybia* 5, Roma, 89-98.
- ISSERLIN, B. S. J. 1982: "Motya: urban features", a: NIEMEYER, H. G. (ed.) *Phönizier im Westen, Beiträge des Internationales Symposiums Die phönizische Expansion in westlichen Mittelmeerraum in Köln vom 24 bis 27 April 1979*, Mainz, 113-131.
- ISSERLIN, B. S. J.; TAYLOR, J. 1974: *Motya. A Phoenician and Carthaginian city in Sicilia*, E. J. Brill, Leiden.
- JIMÉNEZ, A. 1989: *La puerta de Sevilla en Carmona*, Consejería de Obras Públicas y Transportes, Sevilla.
- JIMÉNEZ, F. J. 2009: "Modelos arquitectónicos en la Protohistoria del suroeste peninsular: edificios "en tridente", a: MATEOS, P. *Santuarios, oppida y ciudades: arquitectura sacra en el origen y desarrollo urbano del Mediterráneo occidental*, Instituto de Arqueología de Mérida-CSIC, Mérida, 89-100.
- JODIN, A. 1975: *Recherches sur la metrologie du Maroc Punique et Hellenistique*, Editions Marocaines et Internationales, Tanger.
- JOHNSTON, J. 1934: "Solon's reform of weights and measures", *Journal of Hellenic Studies* 54 (2), Oxford, 180-184.
- JONG, J. De 1989: "Greek mathematics, Hellenistic architecture and Vitruvius' "De architectura", a: GEERTMAN, H., JONG, J. De. *Munus non ingratum: proceedings of the International Symposium on Vitruvius' De Architectura and the Hellenistic and Republican Architecture, Leiden, 20-23 January 1987*, Stichting Bulletin Antieke Beschaving, Leiden, 100-113.
- JORDÀ, F. 1952: "El poblado ibérico de la Balaguera (Puebla Tornesa, Castellón). Resultados de la primera campaña de excavaciones 1950", *Boletín de la Sociedad Castellonense de Cultura*, Castelló de la Plana, 267-296.
- JORNET, R. 2006: *Memòria de l'excavació arqueològica i consolidació en el jaciment de Els Estinclells de Verdú (Urgell)*, Àrea de coneixement i recerca, Direcció General de Patrimoni Cultural, Barcelona.
- JUNYENT, E.; BALDELLOU, V. 1972: *Una vivienda ibérica de Mas Boscà*, Instituto de Prehistoria y Arqueología, Barcelona.
- KARLSSON, L. 1992: *Fortification towers and masonry techniques in the hegemony of Siracuse, 405-211 B.C.*, Acta instituti romani regni sueciae XLIX, Estocolm.
- KLINE, M. 1992: *El pensamiento matemático de la Antigüedad a nuestros días*, Alianza, Madrid.
- KOSTOF, S. 1984: *El arquitecto: historia de una profesión*, Cátedra, Madrid.

## Bibliografia

- KRINZINGER, F. 2006: "Velia. Architettura e urbanistica", *Atti del Quarantacinquesimo convegno di studi sulla Magna Grecia (Taranto, 21-25 settembre 2005)*, Tarento, 157-192.
- LAFUENTE, J. 1957: *Breve historia documentada de Alicante en la Edad antigua*, Comisión Provincial de Monumentos, Alicante.
- LANCEL, S. 1982: *Mission archéologique française a Carthage. Byrsa II: rapports préliminaires sur les fouilles: 1977-1978: niveaux et vestiges puniques*, Collection de l'École Française de Rome 41, Roma.
- 1989: "L'enceinte périurbaine de Carthage lors de la troisième guerre punique réalités et hypothèses", *Studia Phoenicia, X: Punic Wars*, Peeters, Leuven, 251-278.
- 1994: *Cartago*, Crítica Arqueología, Barcelona.
- 2008: *L'Algérie antique: de Massinissa à saint Augustin*, Place des Victoires, Paris.
- LANG, M. 1964: *Weights, measures, and tokens*, The Athenian Agora 10, Princeton.
- LAUFFRAY, J. 2008: *Fouilles de Byblos VI, l'urbanisme et l'architecture de l'époque proto-urbaine à l'occupation amorite (de l'Enéolithique à l'âge du Bronze II)*, Institut français du Proche-Orient, Beirut.
- LAWLOR, R. 1982: *Sacred Geometry: philosophy and practice*, Thames and Hudson, Londres.
- LEWIS, M. J. T. 1997: *Surveying Instruments of Greece and Rome*, Cambridge University Press, Cambridge.
- LÉZINE, A. 1959: "Résistance à l'hellénisme de l'architecture religieuse de Carthage", *Les Cahiers de Tunisie* 7, Tunis, 247-261.
- LIVIO, M. 2008: *La proporción áurea: la historia de phi el número más enigmático del mundo*, Ariel, Barcelona.
- LLINÀS, J. et al. 1999: "La torre romana del Puig d'Alia (Amer, La Selva)", *Quaderns de la Selva* 11, Santa Coloma de Farners, 97-108.
- LLINÀS, J.; MERINO, J.; MONTALBÁN, C. 2005: "El poblament ibèric del Turó Rodó (Lloret de Mar, La Selva)", *Món Ibèric als Països Catalans, XIII Col·loqui Internacional d'Arqueologia de Puigcerdà*, Puigcerdà, vol. 1, 401-409.
- LLOBREGAT, E. 1972: *Contestania Ibérica*, Instituto de Estudios Alicantinos, Alicante.
- 1984: "Un altar de perfumes de tipo oriental en el yacimiento ibérico de la Illeta dels Banyets (El Campello, Alicante)", *Boletín de la Asociación Española de Orientalistas XX*, Madrid, 301-305.
- 1985: "Dos temples ibèrics a l'interior del poblament de l'illa dels Banyets", *Fonaments* 5, 103-111.

## Bibliografia

- 1988: “Un conjunto de templos ibéricos del siglo IV a.C., hallado en las excavaciones de la isla del Campello (Alicante)”, *Homenaje a Samuel de los Santos*, Albacete, 137-143.
- 1993: “La Illeta dels Banyets (El Campello, camp d’Alacant). Fou un *emporion*?”, *Homenatge a Miquel Tarradell*, Barcelona, 421-428.
- LLORENS, J., PONS, E., TOLEDO, A. 1986: “La distribución del espacio en el recinto fortificado ibérico de “Puig Castellet” (Lloret de Mar-La Selva, Girona)”, *Arqueología Espacial* 9, Teruel, 237-256.
- LLORENS, J. M.; PONS, E. 1991: “L’organització de l’espai domèstic a Puig Castellet. Lloret de Mar-La Selva”, *Cypsela* 9, Girona, pàg. 95-110.
- 1987: “El recinte fortificat ibèric de Puig Castellet (Lloret de Mar, La Selva)”. Excavacions 1975-1986”, *Tribuna d’Arqueologia 1986-1987*. Departament de Cultura de la Generalitat de Catalunya. Barcelona, 49-58.
- LLORENS, M. M. 1995: “Los hallazgos numismáticos” a: BONET, H. *El Tossal de Sant Miquel de Lliria. La antigua Edeta y su territorio*, Diputació de València, València, 467-478.
- LÓPEZ, A.; RIERA, M. 2004: “Intervencions recents (1997-2001) a l’oppidum del Turó del Montgròs (El Brull, Osona)”, *Tribuna d’Arqueologia, 2002-2003*, Generalitat de Catalunya, Departament de Cultura, Barcelona, 135-185.
- LÓPEZ, A.; FIERRO, X.; RIERA, M. 2005: “Resultats de les excavacions de 1997 a l’oppidum del turó del Montgròs, El Brull (Osona)”, *Món Ibèric als Països Catalans. XIII Col·loqui Internacional d’Arqueologia de Puigcerdà*, Puigcerdà, Institut d’Estudis Ceretans, vol. 1, pàg. 141-162.
- LÓPEZ CASTRO, J. L.; ALEMÁN, B.; “Altos de Reveque: un nuevo asentamiento fortificado fenicio en el Sureste de España”, *VIIème congrès international des études phéniciennes et puniques (Hammamet, 2009)*, Hammamet. [en premsa].
- LÓPEZ SEGUÍ, E.; TORREGROSA, P. 2006: *El Principado (Finestrat, Alicante): un área industrial del poblado ibero-romano del Tossal de la Cala*, Ajuntament de Finestrat, Finestrat.
- LORENZEN, E. 1966: *Technological studies in ancient metrology*, Nyt Nordisk, Copenague.
- LORRIO, A. 2001: “El poblado y la necrópolis del Molón (Camporrobles, Valencia)”, *Los iberos en la comarca de Requena-Utiel*, Universidad de Alicante, Alicante, 151-170.
- 2007: “El Molón (Camporrobles, Valencia) y su territorio: fortificaciones y paisaje fortificado de un espacio de frontera”, *Paisajes fortificados de la edad del Hierro*,

## Bibliografia

- Real Academia de la Historia, Bibliotheca Archaeologica Hispana 28, Madrid, 213-236.
- LORRIO, A.; ALMAGRO, M.; MONEO, T. 1999: "El sistema defensivo en el poblado de El Molón (Camporrobles, Valencia), *XXIV Congreso Nacional de Arqueología (Cartagena, 1997)*, vol. 3, Murcia, 307-316.
- LUCAS, M. R. 1990: "La balanza de dos platillos: el primer instrumento de medida conocido en la península Ibérica", *Verdolay* 2, Murcia, 61-66.
- LUGLI, G. 1957: *La Tecnica edilizia romana con particolare riguardo a Roma e Lazio*, Giovanni Bordi, Roma.
- MAIER, F. G. 1954: *Griechische Mauerbauinschriften*, Quelle & Meyer, Heidelberg.
- MANGANARO, G. 1977: "Tavolette di piombo inscritte della Sicilia greca", *Annali della Scuola Normale Superiore di Pisa* 3-7, Pisa, 1329-1349.
- MARÍN BAÑO, C. 1997-1998: "Un modelo estratigráfico de la Cartagena púnica: la muralla de Quart-Hadast", *Anales de prehistoria y arqueología* 13-14, Murcia, 121-140.
- 2001-2002: "Primeros niveles de ocupación en el solar de la muralla púnica de Cartagena", *Estudios orientales* 5-6, Murcia, 495-500.
- MARTÍ BONAFÉ, M. A. 1998: *El área territorial de Arse-Saguntum en época ibérica*, Institució Alfons el Magnànim, Diputació de València, València.
- MARTIN, R. 1965: *Manuel d'Architecture Grecque. I Matériaux et Techniques*, Picard, Paris.
- MARTÍN CAMINO, M.; MARÍN BAÑO, C. 1993: "Informe de la segunda actuación arqueológica en el Hogar-Escuela de "La Milagrosa", *Memorias de Arqueología* 4, Murcia, 123-128.
- MARTÍN, A. 2000: "L'oppidum del Puig de Sant Andreu d'Ullastret. Aportació de les intervencions arqueològiques recents al coneixement dels sistemes defensius i de l'urbanisme", *L'hàbitat protohistòric a Catalunya, Rosselló i Llenguadoc Occidental. Actualitat de l'Arqueologia de l'Edat del Ferro*, Museu d'Arqueologia de Catalunya-Girona 19, Girona, 107-121.
- MARTIN, A.; MATARÓ, M.; CARAVACA, J. 1997: "Un edifici cultual de la segona meitat del segle III aC a l'Illa d'en Reixac (Ullastret, Girona)", *Quaderns de Prehistòria i Arqueologia de Castelló* 18, Castelló, 43-63.
- MARTÍN, A. et al. 2004: "La zona 14 de l'Oppidum del Puig de Sant Andreu d'Ullastret. Un conjunt arquitectònic dels segles IV i III aC", *Cypsela* 15, Girona, 265-284.
- MARTÍN, A.; PUIG, A. M. 2006: *La colònia grega de Rhode (Roses, Alt Empordà)*, Sèrie Monogràfica de Girona 23, Girona.

## Bibliografia

- MARTÍNEZ, A.; OLCINA, F.; SALA, F. 2007: "Un posible sistema defensivo de época ibérica en la Illeta dels Banyets (El Campello, Alicante)", *Anales de Arqueología Cordobesa* 18, 47-66.
- MARZOLI, D. 2005: *Die Besiedlungs- und Landschaftsgeschichte im Empordà: von der Endbronzezeit bis zum Beginn der Romanisierung*, Iberia Archaeologica 5, Mainz.
- MATA, C. 2001: "Límites y fronteras en Edetania", *Archivo de Prehistoria Levantina* 24, València, 243-272.
- MAU, A. 1982: *Pompeii it's life and art*, New Rochelle, Nova York.
- McNICOLL, A. 1997: *Hellenistic fortifications from the Aegean the Euphrates*, Oxford University Press, Oxford.
- MERLIN, A. 1919: "Découvertes archéologiques en Tunisie", *Bulletin archéologique du Comité des travaux historiques et scientifiques*, Paris, 155-158.
- MERTENS, D. 1984: *Der Tempel von Segesta und die dorische Tempelbaukunst des griechischen Westens in Klassischer Zeit*, Philipp von Zabern, Mainz.
- 2006: *Città e monumenti dei Greci d'occidente: dalla colonizzazione alla crisi di fine V secolo A. C.*, L'Erma di Bretschneider, Roma.
- MICHAELIS, A. 1883: "The metrological relief at Oxford", *The Journal of Hellenic Studies* 4, Oxford, 335-350.
- MOLAS, D., MESTRES, I., ROCAFIGUERA, M. 1988: "La fortaleza ibérica del Casol de Puigcastellet (I). Una aproximació als límits del territori ausetà", *Ausa* 13, Vic, 97-131.
- 1991: "La fortaleza ibérica del Casol de Puigcastellet", *Actes del Simposi Internacional d'Arqueologia Ibèrica: Fortificacions, la problemàtica de l'Ibèric Ple (segles IV-III aC)*, Manresa, 245-248.
- MOLIST, N. (ed) 2009: *La Intervenció al sector 01 del conjunt històric d'Olèrdola : de la prehistòria a l'etapa romana (campanyes 1995-2006)*, Monografies d'Olèrdola 2, Museu d'Arqueologia de Catalunya, Barcelona.
- MOLIST, N.; ROVIRA, J. 1991: "La fortificació ibèrica del Turó del Montgròs (El Brull, Osona)", *Actes del Simposi Internacional d'Arqueologia Ibèrica: Fortificacions, la problemàtica de l'Ibèric Ple (segles IV-III aC)*, Manresa, 249-264.
- MONEO, T. 2003: *Religio iberica: santuarios, ritos y divinidades (siglos VII-I a.C.)*, Bibliotheca Archaeologica Hispana 20, Real Academia de la Historia, Madrid.
- MONTANERO, D. 2008: "Los sistemas defensivos de origen fenicio-púnico del sureste peninsular (siglos VIII-III a.C.): nuevas interpretaciones", *Arquitectura defensiva fenicio-púnica. XXII Jornadas de Arqueología Fenicio-púnica (Eivissa, 2007)*, Eivissa, 91-144.

## Bibliografia

- : “Murallas de compartimentos y cajones: reflejo de la expansión fenicio-púnica (del próximo Oriente a la península Ibérica)”, *Pyrenae*, Barcelona. [En premsa]
- MOR, H. 2004: “The Carpenters' Tool-Marks”, a: TRESMAN, J. *The Ma'agan Mikhael Ship. The recovery of a 2400-year-old Merchant*, Israel Exploration Society, Jerusalem, 165-181.
- MORATALLA, J. 2004-2005: “La Alcudia Ibérica: una necesaria reflexión arqueológica”, *Lucentum* 23-24, 89-104.
- 2005: “El territorio meridional de la Contestania”, a: ABAD, L. *et al. La Contestania Ibérica treinta años después*, Alacant, 91-117.
- MORENA LÓPEZ, J. A. 2002: “El dispositivo militar defensivo del oppidum ibero-romano de Torreparedones (Córdoba)”, *Fortificaciones en el entorno del Bajo Guadalquivir*, Alcalá de Guadaira, 157-167.
- MORER, J.; RIGO, A. 2003: “Les Guàrdies (El Vendrell, Baix Penedès): un assentament metal·lúrgic d'època ibèrica”, a: GUITART, J., *Territoris antics a la Mediterrània i a la Cossetània oriental*, Departament de Cultura, Generalitat de Catalunya, Barcelona, 327-338.
- MORET, P. 1996: *Les Fortifications ibériques de la fin de l'âge du bronze à la conquête romaine*, Casa de Velázquez, Madrid.
- 1998: “Rostros de piedra. Sobre la racionalidad del proyecto arquitectónico de las fortificaciones urbanas ibéricas”, a: ARANEGUI, C., *Los iberos príncipes de Occidente*, Barcelona, 83-92.
- 2000-2001: “Emporion et les mutations de l'architecture ibérique au premier âge du fer”, *Zephyrus* 53-54, Salamanca, 379-391.
- 2001: “Del buen uso de las murallas ibéricas”, *Gladius* 21, Madrid, 137-144.
- 2002a: “Emporion et les mutations de l'architecture ibérique au premier âge du fer”, *Zephyrus* 53-54, Salamanca, 379-391.
- 2002b : “Les fortifications ibériques complexes: questions de tracé et d'unité de mesure”, a: MORET, P.; QUESADA, F. *La guerra en el mundo ibérico y celtibérico (ss VI-II a. de C.)*, Madrid, 189-215.
- 2004: “Premières formes d'urbanisme dans l'Ibérie du second âge du fer”, *Des Iberos aux Vénètes*, Collection de l'École Française de Rome 328, Roma, 133-157.
- 2006a: “Architecture indigène et modèles hellénistiques: les ambiguïtés du cas ibérique”, *Pallas* 70, Toulouse, 207-227.
- 2006b: “Les portes des enceintes ibériques et des villes puniques d'Hispanie”, a: SCHATTNER, T., VALDÉS, F. *Stadt- und Bautyp und Kunstform (Toledo, 2003)*, Toledo, 89-110.



## Bibliografia

- 2006c: “Torres circulares del Bajo Aragón y zonas vecinas: hacia la definición de un modelo regional”, a: OLIVER, A., *Arquitectura defensiva. La protección de la población y del territorio en época ibérica*, Sociedad Castellonense de Cultura, Castelló de la Plana, 187-218.
- 2008: “À propos du Castellet de Banyoles et de Philon de Byzance: une nécessaire palinodie”, *Salduie* 8, Saragossa, 193-216.
- MORRAL, E.; NIETO, J.; MIQUEL, D. 1982: “Turó del Montgròs, El Brull”, *Les excavacions arqueològiques a Catalunya en els darrers anys* 1, Barcelona, 242-245.
- MÜLLER, H. 1996: "Beobachtungen an Befestigungsanlagen in Katalonien. Elemente griechischer Befestigungstechnik in Emporion, Ullastret und Tivissa", *Madridrer Mitteilungen*, 37, Madrid, 86-102.
- MULLER, B. 2001: “L’Homme qui fabriquait les maquettes au Proche-Orient”, *Maquettes architecturales de l’antichité regards croisés: Proche-Orient, Égypte, Chypre, bassin égéen et Grèce, du Néolithique à l’époque hellénistique*, Travaux du Centre de recherche sur le Proche-Orient et la Grèce antiques 17, 331-356.
- MURILLO, J. F.; VAQUERIZO, D.; QUESADA, F. 1994: “Unidades de hábitat y técnicas constructivas en el yacimiento ibérico del Cerro de la Cruz (Almedinilla, Córdoba)”, *Anales de Arqueología Cordobesa* 5, Córdoba, 61-98.
- NEGRE, M.; VILÀ, M. V. 1991: “El sistema defensiu de Montbarbat”, *Actes del Simposi Internacional d’Arqueologia Ibèrica: Fortificacions, la problemàtica de l’Ibèric Ple (segles IV-III aC) (Manresa, 1990)*, Manresa, 273-280.
- NICKELS, A. 1981: “Recherches sur la topographie de la ville antique d’Agde (Hérault)”, *Documents d’Archéologie Méridionale* 4, Lattes, 29-50.
- NIEMEYER, H. G. 1997: "El yacimiento fenicio de Toscanos: urbanística y función", *Los fenicios en Málaga*, Universidad de Málaga, Málaga, 63-86.
- NIGRO, L. 2009a: “Il tempio del Kothon e il ruolo delle aree sacre nello sviluppo urbano di Mozia dall’VIII al IV sec. a. C.”, a: HELAS, S., MARZOLI, D. *Internationaler Kongress Phönizisches und punisches Städtewesen (Rom 21-23 feb. 2007)*, Iberia Archaeologica 13, Mainz, 241-270.
- 2009b: “Il tempio del Kothon e le origini fenicie di Mozia”, *Naves plenae velis euntes*, Pisa, 77-118.
- NIKOLAENKO, G. 2006, “The Chora of Tauric Chersonesos and the Cadastre”, a: GULDAGER, P., STOLBA, V. *Surveying the Greek Chora and the Black Sea Region in a comparative perspective*, Aarhus, 151-174.
- NOGUERA, J. 2002: *Ibers a l’Ebre*, Centre d’Estudis de la Ribera d’Ebre, Flix.

## Bibliografia

- 2006: *Gènesi i evolució de l'estructura del poblament ibèric en el curs inferior del riu Ebre: la Ilercavònia septentrional*, Tesi doctoral inèdita, Departament de Prehistòria, Història Antiga i Arqueologia, Universitat de Barcelona, Barcelona.
- OGGIANO, I. 2009: "La città di Nora. Spazio urbano e territorio", a: HELAS, S., MARZOLI, D. *Internationaler Kongress Phönizisches und punisches Städtewesen (Rom 21-23 feb. 2007)*, Iberia Archaeologica 13, Mainz, 419-436.
- OLCINA, M. 1987: *La topografia de Saguntum*, Tesi de llicenciatura inèdita, Facultat de Geografia i Història, Universitat de València.
- (ed.) (1997): *La Illeta dels Banyets (El Campello, Alicante) Estudios de la Edad del Bronce y Época Ibérica*, Alicante.
- 2005: "La Illeta dels Banyets, el Tossal de Manises y la Serreta", a: ABAD, L. *et al. La Contestania Ibérica, treinta años después*, Universitat d'Alacant, Alacant, 169-177.
- 2009: *Lucentum (Tossal de Manises, Alicante): arqueología e historia*, Museo Arqueológico de Alicante, Alacant.
- OLCINA, M.; PÉREZ, R. 1998: *La Ciudad ibero-romana de Lucentum: (el Tossal de Manises, Alicante): introducción a la investigación del yacimiento arqueológico y su recuperación como espacio público*, Diputació d'Alacant, Alacant.
- OLCINA, M.; MARTÍNEZ, A.; SALA, F. 2009: *La Illeta dels Banyets (El Campello, Alicante). Épocas ibérica y romana I. Historia de las investigaciones y síntesis de las intervenciones recientes (2000-2003)*, Serie Mayor 7, Museo Arqueológico de Alicante, Alacant.
- OLESTI, O. 1997: "El origen de las villae romana en Cataluña", *Archivo Español de Arqueología* 70, Madrid, 71-91.
- OLIVER, A. 2001: *Un peculiar edificio ibérico: El Perengil (Vinaròs, Castellón)*, Monografies de prehistòria i arqueologia castellonenques 6, Castelló de la Plana.
- 2004: "Torres y casas fortificadas en la provincia castellonense: un planteamiento inicial", a: MORET, P.; CHAPA, T. *Torres, atalayas y casas fortificadas: explotación y control del territorio en Hispania (s. III a. de C.- s. I d. de C.)*, Jaén, 145-156.
- 2007: *El Puig de la Nau*, Benicarló, Proyecto cultural de Castellón, Castelló de la Plana.
- OLIVER, A.; GUSI, F. 1995: *El Puig de la Nau : un hábitat fortificado ibérico en el ámbito mediterráneo peninsular*, Monografies de prehistòria i arqueologia castellonenques 4, Castelló de la Plana.
- OLMOS, P. 2008: "Adaptació metrològica grega en l'arquitectura ibèrica: Puig de Sant Andreu d'Ullastret i Mas Castellar de Pontós", *Cypsela* 17, Girona, 273-285.

## Bibliografia

- 2009: “Aproximació a la metrologia ibèrica a Catalunya (segles V-II aC)”, *Revista d'Arqueologia de Ponent* 19, Lleida, 51-74.
- : “Modulación y proporción en la arquitectura emporitana entre los siglos VI-II a.C.”, *Empúries*, Girona. [En premsa]
- OLMOS, P.; PUCHE, J. M. 2008: “La proporció en l'arquitectura ibèrica: la torre Y-Z d'Alorda Park (Calafell, Baix Penedès)”, *Butlletí Arqueològic* 30, Tarragona, 29-41.
- ORFILA, M.; MORANTA, L. 2001: “Estudio del trazado regulador del foro de Pollentia (Alcúdia, Mallorca)”, *Archivo Español de Arqueología* 74, Madrid, 209-232.
- ÖZYIGIT, O. 1994: “The city walls Phokaia”, *Revue des Études Anciennes* 96, Burdeus, 77-109.
- 2006: “Nouvelles recherches archéologiques a Phocée”, *Atti del quarantacinquesimo convegno di studi sulla Magna Grecia. Taranto, 2005*, Tarento, 9-22.
- PADRÓS, P.; GUITART, J. 1982: “El Turó d'en Boscà”, *Les excavacions a Catalunya en els darrers anys*, Barcelona, 179-180.
- PALMADA, G. 2003: “La fortificació republicana d'Olèrdola (Sant Miquel d'Olèrdola, Alt Penedès)”, *Revista d'Arqueologia de Ponent* 13, Lleida, 257-288.
- PANERAI, M. C. 1984: “Le misure romane”, *Misurare la terra: centuriazione e coloni nel mondo romano*, Módena, 122-123.
- PARKER, R. 1972: *Demotic Mathematical Papyri*, Brown University Press, Londres.
- PASCUAL, I.; ARANEGUI, C. 1993: “Una torre defensiva de época republicana en el Castell de Sagunt”, *Saguntum* 26, València, 189-203.
- PEÑA LIGERO, A. 2003: *La Necrópolis ibérica de El Molar (San Fulgencio-Alicante): revisión de las excavaciones realizadas en 1928 y 1929*, Fundación municipal José María Soler, Villena.
- PÉREZ, R.; OLCINA, M.; SOLER, J. 2006: *Musealización de la Illeta dels Banyets. Guia de visita*, Museo Arqueológico de Alicante, Alicante.
- PLANA, R. 1994: *La Chora d'Emporion: paysage et structures agraires dans le nord-est catalan à la période pré-romaine*, Les Belles Lettres, Paris.
- PONS, E. 2002: *Mas Castellar de Pontós (Alt Empordà): un complex arqueològic d'època ibèrica: excavacions 1990-1998*, Museu d'Arqueologia de Catalunya-Girona 21, Girona.
- PONS, E.; GONZALO, C.; LÓPEZ, A. 2005: “El sistema defensiu del poblat ibèric de Mas Castellar de Pontós (Alt Empordà, Girona)”, *XIII Col·loqui Internacional d'Arqueologia de Puigcerdà. Món Ibèric als Països Catalans*, Puigcerdà, 379-392.
- PORTILLO, M. 2005: “Els molins de la Laietania Ibèrica”, *Món Ibèric als Països Catalans. XIII Col·loqui internacional d'Arqueologia de Puigcerdà*, Puigcerdà, 839-851.

## Bibliografia

- 2006: *La mòlta i triturat d'aliments vegetals durant la protohistòria a la Catalunya oriental*, Tesi doctoral inèdita, Departament de Prehistòria, Història Antiga i Arqueologia, Universitat de Barcelona, Barcelona.
- POUX, M. *et al.* 2005: "Esquisse de sanctuaire gaulois", *L'Archéologue / Archéologie nouvelle* 76, Paris, 52-55.
- PRADOS, F. 2003: *Introducción al estudio de la arquitectura púnica: aspectos formativos, técnicas constructivas*, Estudios (Universidad Autónoma de Madrid 88), Madrid.
- 2006: "Sobre arquitectura ibérica y dependencias sacras: un módulo tipificado a debate", *Lucentum* 25, Alacant, 47-70.
- 2007a: "La edilicia púnica y su reflejo en la arquitectura ibérica: materiales, aparejos y técnicas constructivas", *Pallas* 75, Toulouse, 9-36.
- 2007b: "La presencia neopúnica en la Alta Andalucía: a propósito de algunos referentes arquitectónicos y culturales de época bárquida (237-205 a.C.)", *Gerión* 25 (1), Madrid, 83-110.
- 2008: "Arquitectura defensiva en Cartago y su área de influencia", *Arquitectura defensiva fenicio-púnica XXII Jornadas de Arqueología Fenicio-púnica (Eivissa, 2007)*, Eivissa, 25-56.
- PRÉVÔT, P. 2008: "Cinq mesures romaines graduées en bois de la colonie romaine d'Arausio/Orange (Vaucluse)", *Gallia*, Paris, 327-354.
- PRIETO, A. 2008: "La organización territorial del nordeste de la Hispania Citerior", a: UROZ, J.; NOGUERA, J. M.; COARELLI, F. *Iberia e Italia: modelos romanos de integración territorial*, Tabularium, Murcia, 25-41.
- PRIETO GONZÁLEZ, F. 1999: "Entre Dios y Vitruvio: Magisterios primevos en arquitectura", *Anales de Historia del Arte* 9, Madrid, 315-348.
- PY, M. 1978: *L'oppidum des Castels à Nages (Gard) (Fouilles 1958-1974)*, Supplément à Gallia 35, Paris.
- QUESADA SANZ, F. 2001: "En torno al análisis táctico de las fortificaciones ibéricas: algunos puntos de vista alternativos", *Gladius* 21, Madrid, 145-154.
- RAFEL, N.; SALES, J.; BLASCO, M. 1994: "Un taller ibérico de tratamiento de lino en el Coll del Moro de Gandesa (Tarragona)", *Trabajos de Prehistoria* 51(2), Madrid, 121-136.
- RAKOB, F. 1985: "Carthage punique. Fouilles et prospections archéologiques de la mision allemande", *Revue des études phéniciennes-puniques et des antiquités libyques* 1, Tunis, 133-156.
- 1991: *Karthago. Band I. Die deutschen Ausgrabungen in Karthago*, Zabern, Mainz.

## Bibliografia

- 1998: “Cartago: la topografía de la ciudad púnica: nuevas investigaciones”, *Cuadernos de Arqueología Mediterránea* 4, Barcelona, 14-46.
- RAMALLO, S.; RUIZ, E. 1994: “Un edículo republicano dedicado a Atargatis en Carthago Nova”, *Archivo Español de Arqueología* 67, Madrid, 79-102.
- RAMOS, R. 1995: *El templo ibérico de La Alcudia. La Dama de Elche*, Elx.
- 1997: “Vestigios culturales en el templo ibérico de la Alcudia”, *Quaderns de prehistòria i arqueologia de Castelló* 18, 211-227.
- RAMOS, R.; LLOBREGAT, E. 1996: “Un templo ibérico en la Alcudia de Elche”, *XXI Congreso Nacional de Arqueología (Teruel, 1991)*, 949-959.
- REICH, R. 2001: “Measuring tools in the Service of Architects and Masons in Antiquity”, a: RIMON, O., SHCHORI, R. *Measuring and Weighing in Ancient Times*, University of Haifa, Haifa, 61-67.
- REVILLA, V. 2003: “Paisaje rural, economía y élites en el territorio de Tarraco : la organización interna de la villa del Vilarenc (Calafell)”, a: GUITART, J., *Territoris antics a la Mediterrània i a la Cossetània oriental*, Departament de Cultura, Generalitat de Catalunya, Barcelona, 285-301.
- RIBAS, M. 1952: *El poblament d'Ilduro*, Institut d'Estudis Catalans, Memòries de la secció històrico-arqueològica XII, Barcelona.
- RIPOLLÈS, P. P. 2000: “La monetización del mundo ibérico”, a: MATA, C.; PÉREZ JORDÀ, G. *Ibers. Agricultors, artesans i comerciants. III Reunió sobre Economia en el Món Ibèric*, Saguntum Extra-3, València, 329-344.
- 2004: “Las primeras acuñaciones griegas e ibéricas de la península Ibérica: formalización del uso de la plata a peso. Emporion y Arse”, a: CHAVES, F.; GARCIA, F. J. *Moneta Qua Scripta. La Moneda como Soporte de Escritura*, Instituto de Historia, Sevilla, 333-344.
- ROLDÁN, L. et al. 2006: *Estudio histórico-arqueológico de la ciudad de Carteia (San Roque, Cádiz) 1994-1999*, Arqueología Monografías 24, Junta de Andalucía, Sevilla.
- ROUILLARD, P. 1979: *Investigaciones sobre la muralla ibérica de Sagunto*, Trabajos varios del S.I.P. 62, Valencia.
- ROSAS, M. 1984: “El poblament iberoromà de Sant Josep (la Vall d'Uixó)”, *Fonaments* 4, Barcelona, 247-277.
- 1994: “Ceràmiques gregues i campanianes del poblament de Sant Josep (La Vall d'Uixó, Castelló)”, *Quaderns de prehistòria i arqueologia de Castelló* 16, Castelló de la Plana, 157-172.

## Bibliografia

- 1991: “La muralla del poblat de Sant Josep (la Vall d'Uixó, Castelló)”, *Actes del Simposi Internacional d'Arqueologia Ibèrica: Fortificacions, la problemàtica de l'Ibèric Ple (segles IV-III aC)*, Manresa, 315-319.
- ROSSER, P.; ELAYI, J.; PÉREZ, J. M. 2004: *El Cerro de las Balsas y el Chinchorro: una aproximación a la arqueología del poblamiento prehistórico e ibérico de la Albufera de Alicante*, Monografías del Patrimonio Cultural de Alicante 2, Alacant.
- ROSSI, C. 2004: *Architecture and mathematics in ancient Egypt*, Cambridge University Press, Cambridge.
- ROTH-CONGÈS, A. 1985: “Glanum préromaine: recherche sur la métrologie et ses applications dans l'urbanisme et l'architecture”, *Revue Archéologique de Narbonnaise* 18, Montpellier, 189-220.
- ROVIRA, J.; MOLIST, N. 1993: “L'oppidum ausetà del Turó del Montgròs (El Brull, Osona)”, *Empúries* 48-50, Barcelona, 122-141.
- RUBIO, F. 1985: “El yacimiento ibérico del Puig (Alcoy). Antecedentes y campaña del 1982”, *Noticiario Arqueológico Hispánico* 24, Madrid, 91-153.
- 1986: *La necrópolis ibérica de la Albufereta de Alicante (Valencia, España)*, Academia de Cultura Valenciana, Valencia.
- RUIZ MATA, D. 2001: “Arquitectura y urbanismo en la ciudad protohistórica del Castillo de Doña Blanca”, a: RUIZ MATA, D.; CELESTINO, S. *Arquitectura oriental y orientalitzant en la península ibérica*, Madrid, 261-274.
- RUIZ DE LA ROSA, J. A. 1987: *Traza y simetría en la arquitectura: en la antigüedad y medievo*, Publicaciones de la Universidad de Sevilla, Sevilla.
- SALA, F. 2005: “Consideraciones en torno a la arquitectura y el urbanismo de la Contestania ibérica”, a: ABAD, L. Et al., *La Contestania Ibérica, treinta años después*, Universitat d'Alacant, Alacant, 119-146.
- 2006a: “Púnics al sud dels País Valencià: vint-i-cinc anys d'investigació”, *Fonaments* 12, Catarroja, 22-39.
- 2006b: “Les fortificacions a la Contestània: entre la representació social i la defensa del territori”, a: OLIVER, A., *Arquitectura defensiva. La protección de la población y del territorio en época ibérica*, Sociedad Castellonense de Cultura, Castelló de la Plana, 123-165.
- SALOM, C. 2006: “El auguraculum de la Colonia Tàrraco: sedes inaugurationis coloniae Tarraco”, *Archivo Español de Arqueología* 79, Madrid, 69-87.
- SÁNCHEZ, A. 1999: “Las técnicas constructivas con tierra en la arqueología prerromana del País Valenciano”, *Quaderns de prehistòria i arqueologia de Castelló* 20, Castelló de la Plana, 161-188.

## Bibliografia

- SÁNCHEZ, J. 1998: "La arqueología de la arquitectura: aplicación de nuevos modelos de análisis a estructuras de alta Andalucía en época ibérica", *Trabajos de Prehistoria* 55-2, Madrid, 89-109.
- SANMARTÍ, E.; CASTANYER, P.; TREMOLEDA, J. 1986: "Las estructuras griegas de los siglos V y IV a. de J.C., halladas en el sector sur de la neápolis de Ampurias. Campaña de excavaciones del año 1986", *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología Castellonense* 12, Castelló de la Plana, 141-164.
- 1988: "La secuencia histórico-topográfica de las murallas del sector meridional de Emporion", *Madrider Mitteilungen* 29, Mainz, 191-200.
- 1990: "Emporion: un ejemplo de monumentalización precoz en la Hispania republicana. Los santuarios helenísticos del sector meridional", *Stadtbild und Ideologie. Die Monumentalisierung hispanischer Städte zwischen Republik und Kaiserzeit* (Madrid 1985), Munic, 1990, 117-144.
- SANMARTÍ, E.; NOLLA, J. M. 1986: "Informe preliminar sobre l'excavació d'una torre situada a ponent de la ciutat grega d'Empúries", *Protohistòria catalana. Sisè col·loqui internacional d'arqueologia de Puigcerdà*, Puigcerdà, 159-191.
- SANMARTÍ, E. et al. 1996: "Nota sobre el bastió oriental de la muralla grega d'Empòrion", *Fonaments* 9, Barcelona, 243-250.
- SANMARTÍ, J. 2000: "Les relacions comercials en el món ibèric", a: MATA, C.; PÉREZ JORDÀ, G. *III Reunió sobre Economia en el Món Ibèric*, Saguntum Extra-3, València, 311-328.
- 2005: "Intercanvi, comerç i societat en el món ibèric", *Món Ibèric als Països Catalans. XIII Col·loqui internacional d'Arqueologia de Puigcerdà*, Puigcerdà, 709-735.
- SANMARTÍ, J.; SANTACANA, J. (1992), *El poblat ibèric d'Alorda Park (Calafell, Baix Penedès)*, Memòries d'intervencions arqueològiques a Catalunya 11, Generalitat de Catalunya, Departament de Cultura, Barcelona.
- 1994: "L'urbanisme protohistòric a la costa catalana", *Cota Zero* 10, Vic, 27-37.
- SAPRYKIN, S. 1994: *Ancient Farms and land-plots on the Khora of Khersonesos Taurike: research in the Herakleian Peninsula - 1974-90*, Monographies en archéologie et histoire classiques de l'Université McGill 16, Amsterdam.
- SCHMIEDT, G. 1963: "Contributo della fotografia aerea alla ricostruzione della topografia antica di Lilibeo", *Kokalos* IX, Palermo, 49-72.
- SCHOLFIELD, *Teoría de la proporción en arquitectura*, Labor, Barcelona.
- SCRANTON, R. 1960: "Greek Architectural inscriptions as documents", *Harvard Library Bulletin* 14, Harvard, 159-182.

## Bibliografia

- SLAPSAK, B. 1993: "The 302 mm foot measure on Salamis?", *Dialogues d'histoire ancienne* 19-2, Paris, 95-102.
- SOKOLICEK, A. 2006: "Architettura e urbanística di Velia: lo sviluppo della città in relazione al cosiddetto tratto a delle mura", *Atti del Quarantacinquesimo convegno di studi sulla Magna Grecia (Taranto, 21-25 settembre 2005)*, Tarento, 193-204.
- SOLER, J. (coord.) 2006: *La ocupación prehistórica de la Illeta dels Banyets (El Campello, Alicante)*, Diputació d'Alacant, Alacant.
- SPATAFORA, F. 2003: "Nuovi dati sulla topografia di Palermo", *Quarte giornate internazionali di studi sull'area elima, Erice 1 - 4 dicembre 2000*, Pisa, 1175-1188.
- 2005a: *Da Panormos a Balarm. Nouve ricerche di archeologia urbana*, Eurografica, Palermo.
- 2005b: "Panormos. Scavi nell'abitato e alle fortificazioni", a: SPANÒ, A., *Atti del V Congresso Internazionale di Studi Fenici e Punici (Marsala-Palermo, 2-8 ottobre 2000)*, Palermo, 721-737.
- 2009: "Dagli empori fenici alle città puniche. Elementi di continuità e discontinuità nell'organizzazione urbanística di Palermo e Solunto", a: HELAS, S., MARZOLI, D. *Internationaler Kongress Phönizisches und punisches Städtewesen (Rom 21-23 feb. 2007)*, Iberia Archaeologica 13, Mainz, 219-239.
- STANLEY, P. 1979: "Agoranomoí and metronomoí. Athenian market officials and Regulations", *The Ancient World II*, Chicago, 13-19.
- STEVENS, G. P. 1950: "A tile standard in the Agora of ancient Athens", *Hesperia, Journal of the American School of Classical Studies at Athens* 19, Princeton, 147-184.
- STIEGLITZ, R. R. 2006: "Classical Greek measures and the builder's instruments from the Ma'agan Mikhael shipwreck", *American Journal of Archaeology* 110, Boston, 195-203.
- SUÁREZ PADILLA, J. et al. 2007: "Territorio y urbanismo fenicio-púnico en la bahía de Málaga", a: LÓPEZ CASTRO, J. L., *Las ciudades fenicio-púnicas en el Mediterráneo Occidental*, Universidad de Almería, Almería, 209-232.
- TARAMELLI, A. 1911: "Avanzi dell'antica Olbia, rimessi a luce in occasione dei lavori di bonifica", *Notizie degli scavi* 5, Roma, 224-243.
- TARBELL, F. B. 1891: "A mensa ponderaria from Assos", *The American Journal of Archaeology and of the History of the Fine Art* 7-4, Baltimore, 440-443.
- TARRADELL, M. 1985: "El poblat ibèric del Tossal de la Cala de Benidorm. Notes d'excavació", *Fonaments* 5, 113-128.
- TAYLOR, R. 2003: *Roman builders: a study in architectural process*, Cambridge University Press, Cambridge.



## Bibliografia

- TOCCO, G. 2006: "Elea/Velia. Venti anni di attività dalla ricerca alla valorizzazione. Metodologia di un intervento", *Atti del Quarantacinquesimo convegno di studi sulla Magna Grecia (Taranto, 21-25 settembre 2005)*, Tarento, 117-138.
- TOMASELLO, F. 2005: "Metrologia e proporzionamento. Per una individuazione dei sistemi sicilioti", a: MINÀ, P. *Urbanistica e architettura nella Sicilia Greca*, Università degli Studi di Palermo, Palermo, 201-204.
- TORRES, M. et al.: "Bullae de arcillas del siglo VIII a.C. de las excavaciones del solar del Cine Cómico (Cádiz)", *VIIème congrès international des études phéniciennes et puniques (Hammamet, 2009)*, Hammamet. [en premsa].
- TRÉZINY, H. 1989: "Métrologie, architecture et urbanisme dans le monde massaliète", *Revue Archéologique de Narbonnaise* 22, Montpellier, 1-46.
- 1994: "Les fortifications phocéennes d'Occident (Emporion, Vélia, Marseille)", *Revue des Études Anciennes* 96, Burdeus, 115-135.
- 1996: "Les fouilles de la Bourse à Marseille (1977-1994)", *Comptes Rendus Académie des Inscriptions I*, Paris, 225-249.
- 1999: "Lots et îlots à Mégara Hyblaea. Questions de Métrologie", *La colonisation grecque en Méditerranée Occidentale*, École Française de Rome, Roma, 141-183.
- 2001a: "Les fortifications de Marseille dans l'Antiquité", a: BOUYRON, M. et al. *Marseille. Trames et paysages urbains de Gyptis au Roi René*, Aix-en-Provence, 45-57.
- 2001b: "Trames et orientations dans la ville antique: lots et îlots", a: BOUYRON, M. et al. *Marseille. Trames et paysages urbains de Gyptis au Roi René*, Aix-en-Provence, 137-145.
- 2002: "Marseille grecque: approche archéologique", *La monetazione dei Focei in Occidente Atti dell'XI convegno del centro internazionale di studi numismatici (Nàpols 1996)*, Roma, 53-70.
- 2004a: *Megara Hyblaea, V. La ville archaïque*, École Française de Rome, Roma.
- 2004b: "Urbanisme grec, urbanisme indigène dans le Midi de la Gaule", a: AUGUSTA-BOULAROT, S.; LAFON, X., *Des Ibères aux Vénètes*, Collection de l'École Française de Rome 328, Roma, 65-77.
- 2006: "Marseille et l'hellénisation du Midi: regards sur l'architecture et l'urbanisme de la Gaule méridionale à l'époque hellénistique", *Pallas* 70, Toulouse, 173-205.
- TRÉZINY, H., TROUSSET, P. 1992: "Les fortifications de Marseille grecque", *Études massaliètes* 3, Aix-en-Provence, 89-107.
- TSANTINI, E. 2007: *Estudi de la producció i distribució d'àmfores ibèriques en el NE peninsular a través de la seva caracterització arqueomètrica*, Tesi doctoral inèdita,

## Bibliografia

- Departament de Prehistòria, Història Antiga i Arqueologia, Universitat de Barcelona, Barcelona.
- UGGOZINI, A.; GHINATTI, F. 1968: *Le tavole greche di Eraclea*, Università degli Studi di Padova, Roma.
- UGOLINI, D. 2003: "Essai sur la Métrologie du site protohistorique dit "Le port", à Salses le Château (66) (Ve s. av.J.-C.)", *Métrologie agraire antique et médiévale, Actes de la Table ronde d'Avignon 1998*, Besançon, 27-34.
- VALLET, G.; VILLARD, F. 1966: *Mégara Hyblaea, IV, Le temple du IVe siècle*, École Française de Rome, Roma.
- VALLET, G.; VILLARD, F.; AUBERSON, P. 1976: *Mégara Hyblaea, I, Le quartier de l'agora archaïque*, École Française de Rome, Roma.
- VAN DE VOORT, J. F. 1991: "La Maison des antes de Glanum (Bouches-du-Rhône). Analyse métrologique d'une maison à péristyle hellénistique", *Revue Archéologique de Narbonnaise* 24, Montpellier, 1-17.
- VANDERPOOL, E. 1968: "Metronomoi", *Hesperia. Journal of the American School of Classical Studies at Athens* 37, Princeton, 73-76.
- VAQUERIZO, D. 1999: *La Cultura ibérica en Córdoba un ensayo de síntesis*, Universidad de Córdoba, Córdoba.
- VILÀ, M. V. 1996: *Montbarbat (1978-1986)*, Lloret de Mar, Ajuntament de Lloret de Mar.
- VILÀ, C. 1994: "L'edifici públic de Burriac: hipòtesis sobre la seva funcionalitat", *Laietania*, 9, Mataró, pàg. 21-30.
- VILÀ, C. 1997: "Arquitectura templal ibérica", *Quaderns de Prehistòria i Arqueologia de Castelló* 18, Castelló de la Plana, 537-566.
- VILLARONGA, L. 1971/1972: "Sobre unos ponderales ibéricos", *Ampurias* 33, Barcelona, 297-298.
- 1998: "Metrologia de les monedes antigues de la península Ibèrica", *Acta Numismàtica* 27, Barcelona, 27-36.
- VIVES-FERRÁNDIZ, J. 2005: *Situaciones coloniales e intercambios en la costa oriental de la Península Ibérica (ss. VIII-VI a.C.)*, Cuadernos de Arqueología Mediterránea 12, Barcelona.
- VIVÓ, D. 1996: "Rhode: Arquitectura i Urbanisme del barri hel·lenístic", *Revista d'Arqueologia de Ponent*, Lleida, 81-117.
- WEYDERT, N. 1994: "Le dépôt coquillier anthropique de la place Jules Verne : un témoignage de l'Age du bronze à Marseille. Etude malacologique et archéologique", *Préhistoire Anthropologie Méditerranéennes*, Aix-en-Provence, 177-190.

## Bibliografia

- WALTHER, C. V. 1981: "Possible Standard Units of Measurement in Roman Military Planning", *Britannia* 12, Londres, 15-35.
- WESENBERG, B. 2002, "Vitruv und Leonard in Salamis. 'Vitruvs Proportionsfigur' und die metrologischen Reliefs", *Jahrbuch des Deutschen Archäologischen Instituts* 116, Berlin, 357-380.
- WILSON JONES, M. 2000: "Doric Measure and Architectural Design 1: The Evidence of the Relief from Salamis", *American Journal of Archaeology* 104 (1), Boston, 73-93.
- 2003: *Principles of Roman architecture*, Yale University Press, Londres.
- ZAMORA, D. 2006/2007: *L'oppidum de Burriac, centre de poder polític de la Laietània ibèrica*, Laietània 17, Mataró.
- ZAMORA, D.; GARCIA ROSSELLÓ, J. 2005: "El jaciment arqueològic d'època ibèrica del Turó dels Dos Pins (Cabrera de Mar): l'assentament rural i la torre", *Laietania* 16, 65-100.
- ZIMMER, G. 1984: "Zollstöcke römischer Architekten", Bauplanung und Bautheorie der Antike, *Diskussionen zur Archäologischen Bauforschung* 4, Berlin, 265-276.

## 10. Índex de figures

Figura 1. Mapa de la costa oriental de la península Ibèrica amb els assentaments ibèrics i iberoromans esmentats al text: 1. Mas Castellar; 2. Puig de Sant Andreu; 3. Puig d'Àlia; 4. Montbarbat; 5. Puig Castellet; 6. Turó Rodó; 7. Casol de Puigcastellet; 8. Turó del Montgròs; 9. Burriac; 10. Turó dels Dos Pins; 11. Estinclells; 12. Les Guàrdies; 13. Alorda Park; 14. Sant Miquel; 15. Castellet de Banyoles; 16. Castellot de la Roca Roja; 17. Moleta del Remei; 18. Perengil; 19. Sant Josep; 20. Rotxina; 21. Torrejón; 22. Sagunt; 23. Grau Vell; 24. Cova Foradada; 25. Molón; 26. Bastida de les Alcusses; 27. El Puig; 28. Empredrola; 29. Tossal de la Cala; 30. Illeta dels Banyets; 31. Tossal de Manises (Lucentum); 32. Regia de las Tres Hermanas; 33. Alcúdia; 34. La Pícola.....	12
Figura 2. Organigrama emprat per a l'estudi metro Lògic que s'ha aplicat a cada assentament.....	19
Figura 3. Taula d'equivalències entre les principals mesures antropomètriques. ....	23
Figura 4. Relleu metro Lògic grec de Salamis (segle V aC) amb representació de les principals mesures antropomètriques (palma, pam, peu, colze, mitja braça i regle corresponent a una mesura d'un peu). ....	24
Figura 5. Utilització de la braça com a eina de mesura sobre el terreny (esquerra); a la dreta, gravat on es representa el valor de la <i>Rute</i> o vara alemanya de 16 peus, el mètode escollit per obtenir la mesura era col·locar 16 homes alts i baixos en filera després de la sortida de missa de diumenge, per tal d'obtenir una mitjana de les mesures dels peus esquerres, figures extretes de l'obra <i>Geometrie</i> de 1531 de Jakob Köbel. Font: Deutsche Fotothek.....	25
Figura 6. Mapa dels principals assentaments fenicis occidentals esmentats al text: 1. Cartago; 2. Lilibeu; 3. Mozia; 4. Palerm; 5. Solunto; 6. Olbia; 7. Cartagena; 8. Morro de Mezquitilla; 9. Chorreras; 10. Málaga; 11. Carteia; 12. Doña Blanca. (font: Académie d'Aix-Marseille, Histoire et Géographie).....	28
Figura 7. Taula amb principals unitats de mesura usades al Llevant en època arcaica .....	32
Figura 8 . Vista del mercat de Cosinus de Cuicul, a la dreta s'observa la <i>mensa ponderaria</i> i a la part superior també s'aprecien altres taules dedicades a la comprovació d'estàndards, fotografia extreta de Blas de Roblès i Sintès 2003, 101. ....	33
Figura 9. Taula de mesures de Thibilis (extret de Gsell i Joly 1914, fig. 21).....	34
Figura 10. Taula de mesures de Leptis Magna (dalt) i interpretació (baix), a partir de Ioppolo 1967. ....	35

## Índex de figures

Figura 11. Taula de mesures del mercat de Cosinus de Cuicul (Djemila), extret de Lancel 2008, 146.....	36
Figura 12. Taula de mesures reaprofitada en estructures tardanes de <i>Rusguniae</i> , extret de Guéry 1962-1965, fig. 16.....	37
Figura 13. Taula de mesures de Khamissa (extret de Gsell, Joly 1914).....	38
Figura 14. Gravat que reproduïx la taula de mesures de Pompeia, extret de Mau 1982.....	38
Figura 15. Planta de la muralla de mar de Cartago durant el segle V aC i proposta de restitució metrològica (modificat a partir de Rakob 1991). ....	41
Figura 16. Esquema urbanístic i restitució metrològica del barri púnic del turó de Byrsa, per part de Lancel 1982. ....	42
Figura 17. Unitats de mesures identificades a Cartago.....	46
Figura 18. Planta de la torre 3 de Mozia amb les seves mesures i restitució en base a un colze de 0,52 m. ....	49
Figura 19. Planta esquemàtica de la torre defensiva de Solunto en m (esquerra) i proposta de restitució mètrica en colzes.....	51
Figura 20. Planta del sistema defensiu de Lilibeu (Marsala) a la porta Trapani, amb la indicació de les mesures principals (modificat a partir de Caruso 2003, tav. XXIV) 53	
Figura 21. Restitució metrològica de la fortificació de Lilibeu, a partir d'un colze de 0,5 m (modificada a partir de Caruso 2003, tav. XXIV).....	53
Figura 22. Planta del sistema defensiu d'Olbia amb indicació de les principals mesures (modificada a partir de Taramelli 1911). ....	55
Figura 23. Planta del sistema defensiu d'Olbia amb restitució metrològica basada en un colze de 0,5 m i esquema constructiu de les torres (modificada a partir de Taramelli 1911). ....	56
Figura 24. Planta del sistema defensiu d'Olbia amb restitució metrològica a partir d'un peu de 0,296 m (modificada a partir de Taramelli 1911).....	57
Figura 25. Taula metrològica amb els assentaments feniciopúnics analitzats de Sardenya i Sicília entre els segles VII i II aC. ....	58
Figura 26. Planta del sistema defensiu de Málaga durant els segles VI-V aC, amb proposta de restitució metrològica en base a un colze de 0,52 m (modificada a partir d'Arancibia 2006) .....	62
Figura 27. Planta de les restes defensives de la muralla púnica de Cartagena i proposta de restitució metrològica (dalt dreta). A la part inferior dreta de la imatge proposta d'esquema constructiu (modificada a partir de Martín Camino i Marín Baño 1993).....	64

## Índex de figures

Figura 28. Taula metro Lògica amb els assentaments feniciopúnics de la península Ibèrica entre els segles VIII i III aC. ....	65
Figura 29. Mapa dels principals assentaments grecs esmentats al text: 1. Focea; 2. Mégara Hyblaea; 3. Siracusa; 4. Casmene; 5. Velia; 6. Himera; 7. Segesta; 8. Agrigento; 9. Selinunte; 10. Olbia; 11. Marsella; 12. Agde; 13. Roses; 14. Empúries. (font: Académie d'Aix-Marseille Historie et Géographie).....	69
Figura 30. Decret d'època bizantina amb indicació en baix relleu de la unitat de mesura de referència (extret de Reich 2001, fig. 113). ....	73
Figura 31. Relleu metro Lògic de Salamis (extret de Dekoulakou-Sideris 1990, 446). ..	74
Figura 32. Relleu metro Lògic d'Oxford (extret de Michaelis 1883). ....	75
Figura 33. Restitució de l'estàndard de teules recuperada a l'àgora d'Atenes (segons Stevens 1950, fig. 2) .....	76
Figura 34. Representació de l'estàndard de teules recuperat a Assos, al centre i a la part inferior del dibuix superior es representen tres unitats basades en un peu i en un vara de cinc peus, respectivament (extret de Clarke <i>et al.</i> 1902, fig. 15). ....	76
Figura 35. Fotografia del regle i escaire recuperats al derelict de Ma'agan Mikhael (modificat a partir de Mor 2004, fig. 18). ....	79
Figura 36. Taula de mesures de capacitat de Maresha (extret de Finkielsztejn 2001, fig. 29). ....	80
Figura 37. Taula de mesures de capacitat d'Assos (extret de Tarbell 1891, fig. 7). ....	81
Figura 38. Taula amb les principals unitats de mesura documentades en època clàssica .....	86
Figura 39. Esquema de construcció de les illes de cases de Mégara Hyblaea (extret de Tréziny 1999, fig. 20). ....	88
Figura 40. Torre amb divisió interna V de Mégara Hyblaea (extret de Karlsson 1992, fig. 23). ....	89
Figura 41. Planta dels principals temples grecs de Sicília i proposta de restitució geomètrica (segons Tomasello 2005, 203). ....	90
Figura 42. Taula amb els principals patrons identificats a Sicília. ....	91
Figura 43. Vista de la muralla arcaica de Focea (segons Ozygit 2006). ....	93
Figura 44. Planta del Castelluccio de Velia amb les seves mesures (dalt) i proposta de restitució metro Lògica i geomètrica (modificat a partir de Krinzing 2006). ....	95
Figura 45. Olbia, esquema constructiu basat en una proporció d'arrel quadrada de 2 i esquema d'implantació dels lots (extret de Tréziny 1989, 21). ....	98
Figura 46. 1. Massalia. Proposat de restitució geomètrica del sistema defensiu de la Bourse (segons Tréziny/Trousset 1992). 2. Vista frontal de la mateixa fortificació. ....	99

## Índex de figures

Figura 47. Detall del llenç de muralla corresponent a la fortificació del segle IV aC de la neapolis emporitana, al fons se situa el bastió de mar avui en dia no visible.....	102
Figura 48. Detall del frontal de la torre rectangular de la fortificació del segle IV aC.	102
Figura 49. Vista frontal de l'altar X del segle IV aC, al fons imatge de la reproducció de l'Esculapi.....	104
Figura 50. 1. Planta del sistema defensiu del segle IV aC amb la distància entre les torres expressada mitjançant plethra de 0,27 m (modificat a partir de Sanmartí <i>et al.</i> 1996). 2. Proposta de restitució geomètrica de la torre occidental i del bastió oriental (modificat a partir de Sanmartí <i>et al.</i> 1988; 1996).....	107
Figura 51. Taula de patrons identificats a les ciutats focées, i les seves subcolònies	111
Figura 52. Vista aèria del Puig Castellet des del nord (fotografia cedida per Enriqueta Pons).....	120
Figura 53. Planta del Puig Castellet durant la fase 1 amb indicació de les principals mesures en m (modificada a partir de Pons i Llorens 1991, fig. 8) (esquerra) i restitució de la primera fase expressada en colzes. ....	121
Figura 54. Planta de la ciutadella ibèrica d'Alorda Park durant la fase 2 amb restitució mètrica de les dues illes de cases C-D-O i L-S-V. ....	124
Figura 55. Planta dels Estinclells i vista aèria on s'aprecien les estances complexes (1-10) durant la campanya de 2005 (il·lustracions cedides per David Asensio). ....	127
Figura 56. Planificació de l'assentament dels Estinclells a partir de dues circumferències secants i superposició amb la planta de l'hàbitat (modificada a partir d'Asensio <i>et al.</i> 2009, fig. 3). ....	128
Figura 57. Taula amb l'obertura en graus dels recintes dels departaments dels Estinclells i mitjana dels recintes del barri nord en comparació a les del barri sud. ....	130
Figura 58. Planta dels Estinclells amb disposició dels eixos dels murs dels departaments amb la seva obertura en graus, a la dreta planificació de l'assentament a partir de la progressió de circumferències des dels punts centrals. ....	131
Figura 59. A la part superior, disseny constructiu de la planta dels Vilars d'Arbeca a partir de dues circumferències secants (extret de GIP 2003, fig. 4), a la part inferior distribució radial de les torres defensives amb la seva obertura.....	133
Figura 60. Planta del Turó del Calvari (segons Bea i Diloli 2005, fig. 3) amb proposta de disseny constructiu mitjançant dues circumferències secants. ....	134
Figura 61. Taula amb les principals mesures de l'assentaments i les diverses propostes de restitució metrològica. ....	137
Figura 62. Planta de la zona 2 del Castellet de Banyoles de Tivissa.....	138

## Índex de figures

Figura 63. Vista superior del barri interior on s'aprecien el bloc 1 a l'esquerra i el bloc 2 a la dreta (fotografia cedida per David Asensio).	140
Figura 64. Mides en m dels principals recintes del bloc 1 i hipotètica restitució en peus.	141
Figura 65. Planta dels blocs 1 i 2, amb la seva indicació en m i probable restitució mètrica.	142
Figura 66. Amplada dels murs dels blocs 1 i 2, amb un valor aproximat d'un peu.	143
Figura 67. Vista de la torre defensiva del Mas Castellar de Pontós.	144
Figura 68. Mesures de la torre defensiva del Mas Castellar i restitució modular.	145
Figura 69. Planta de la població fortificada amb indicació de les mesures de la torre en m (modificada a partir de Pons i Asensio 2009, fig. 3). A la part inferior, restitució geomètrica a partir d'un quadrat de 20 peus de costat.	146
Figura 70. Vista de les torres circulars corresponents al sistema defensiu del Puig de Sant Andreu d'Ullastret.	148
Figura 71. Planta general de l'oppidum del Puig de Sant Andreu d'Ullastret (modificada a partir de De Prado, 2006) amb indicació dels diferents trams de muralla (A-E), la torre 6 i les torres I i III.	150
Figura 72. Amplada en m del llenç de muralla entre les torres del primer sistema defensiu i desviació respecte al plethron.	151
Figura 73. Diàmetre de les torres circulars del primer sistema defensiu.	152
Figura 74. Vista superior de la porta 6 i la torre IV a mà esquerra.	153
Figura 75. Planta de la torre IV amb indicació de les principals mesures en m (modificat a partir de De Prado 2009, 343), restitució a partir d'una aproximació 3-4-5 (superior dreta) i planta de la torre expressada en peus de 0,295 m (inferior dreta).	154
Figura 76. Vista exterior de la torre 1 de Montbarbat.	156
Figura 77. Planta de la torre defensiva de Montbarbat, amb indicació de les dimensions en m i en el costat superior esquerre, restitució geomètrica segons un doble quadrat de 12 peus de costat.	158
Figura 78. Vista lateral oriental del sistema defensiu amb el bastió central i on s'aprecia com aquest s'adossa interiorment al llenç de muralla.	160
Figura 79. Planta del Casol de Puigcastellet amb indicació de les principals mesures en m recollides al text.	161
Figura 80. Planta del Casol de Puigcastellet amb superposició de mòduls quadrangulars de 6,3 a 6,5 m.	161



## Índex de figures

Figura 81. Restituïció modular del Casol de Puigcastellet amb indicació de les principals mesures expressades en peus de 0,315 m i mòduls quadrangulars de 20 peus de costat.....	163
Figura 82. Restituïció del Casol de Puigcastellet a partir de mòduls de 5 peus o un pas. ....	163
Figura 83. Taula amb les principals mesures en m i restituïció en peus, mòduls i passos de cinc peus. ....	163
Figura 84. Vista interior del bloc nord (esquerra) i sud (dreta) de la muralla de compartiments, amb la poterna tapiada al centre. ....	166
Figura 85. Planta del sistema defensiu del Turó del Montgròs amb indicació de les principals mesures en m esmentades en el text (modificada a partir López, Riera 2000-2001 fig. 15). ....	166
Figura 86. Planta del Turó del Montgròs amb superposició de mòduls quadrangulars de 5,7 m de costat.....	168
Figura 87. Proposta de restituïció modular de la planta del Turó del Montgròs a partir de l'addició de mòduls quadrangulars de 18 peus de costat.....	169
Figura 88. Proposta de restituïció modular de la planta del Turó del Montgròs expressada en brases o vares de 6 peus. ....	169
Figura 89. Vista de la torrassa frontal corresponent a la reforma defensiva del segle III aC, s'aprecia la poterna tapiada i el bastió adossat a la muralla de compartiments. ....	170
Figura 90. Taula amb les principals mesures en m i restituïció en peus, mòduls i brases de 6 peus. ....	172
Figura 91. Planta de la torre occidental de l' <i>oppidum</i> de Burriac amb indicació de les mesures en m (esquerra) (modificat a partir de Burjachs <i>et al.</i> 1991, 160) i restituïció geomètrica del rectangle d'arrel quadrada de 2 generat a partir d'un quadrat de 15 peus de costat.....	174
Figura 92. Planta del Turó dels Dos Pins amb indicació de les principals mesures en m (modificada a partir de Zamora, Garcia 2005, làmina 5) i restituïció geomètrica a partir de l'addició de dos mòduls quadrangulars de 20 peus de costat.....	177
Figura 93. Planta de la torre defensiva del Turó d'en Boscà, amb indicació de les principals mesures esmentades en el text en m (esquerra), a la dreta restituïció geomètrica del rectangle a partir d'un quadrat de 20 peus. ....	179
Figura 94. Planta de la ciutadella ibèrica d'Alorda Park durant la fase dels segles V-IV aC i situació de la torre defensiva.....	182
Figura 95. Planta de la torre Y-Z amb indicació de les principals mesures en m i restituïció basada en una proporció àuria.....	183

## Índex de figures

Figura 96. Principals mesures de la torre en m, equivalent en peus i percentatge de desviació. ....	184
Figura 97. Procés geomètric constructiu de la torre Y-Z d'Alorda Park .....	187
Figura 98. Vista frontal de les torres pentagonals del Castellet de Banyoles. ....	188
Figura 99. Planta de les torres pentagonals de Tivissa amb indicació de les principals mesures expressades en m. ....	190
Figura 100. Proposta de restitució de les torres, a partir d'un quadrat de 24 peus de costat (6,6 m) i triangle equilàter de 24 peus de costat.....	192
Figura 101. Procés de construcció del triangle equilàter de les torres, a partir de la línia A - A' corresponent al costat nord del quadrat de 24 peus o 6,6 m. ....	192
Figura 102. Vista frontal de la torre bipartida del Castellot de la Roca Roja. ....	193
Figura 103. Planta de la torre bipartida del Castellot de la Roca Roja (modificada a partir de Noguera 2002) i indicació de les mesures exteriors en m i restitució mètrica en peus de 0,32 m.....	194
Figura 104. Planta dels temples i la seva ubicació dins de l'oppidum del Puig de Sant Andreu d'Ullastret (segons Casas et al. 2005, 998) i vistes frontals de les restes conservades.....	196
Figura 105. Planta del temple B amb indicació de les mesures exteriors en m (esquerra) i restitució en mòduls de 24 peus de 0,29 m (dreta). ....	197
Figura 106. Mesura del temple A en m. S'ha restituït la llargada del mur occidental del temple, que no havia estat reflectit en la publicació (modificat a partir de Casas <i>et al.</i> 2005, 1001) i restitució idealitzada de la planta del temple expressada en colzes de 0,52 m. ....	199
Figura 107. Planta del temple C del Puig de Sant Andreu, amb indicació de l'amplada mitjana dels murs perimetrals expressada en m i corresponent a una mesura d'un colze (modificada a partir de Casas <i>et al.</i> 2005, 1001). ....	201
Figura 108. Vista superior de l'urbanisme intern del Puntal dels Llops des del nord, al fons el Camp de Túria i la ciutat d'Edeta. ....	204
Figura 109. Taula amb les amplades dels departaments i probable unitat modular. .	206
Figura 110. Taula d'amplades dels murs, adaptat a partir de Bonet, Mata 2002, 37, cuadro 1. ....	207
Figura 111. Vista des del sud de l'edifici ibèric del Perengil. ....	210
Figura 112. Planta de l'edifici del Perengil amb indicació de les principals mesures en m (modificada a partir d'Oliver 2001), restitució ideal en una relació d'extrema i mitjana raó. ....	213
Figura 113. Restitució constructiva segons una planta de 21 per 34 colzes d'aproximadament 0,5 m i a partir d'una planta de 55 per 34 peus de 0,31 m. ....	214

## Índex de figures

Figura 114. Planta de l'assentament ibèric de Sant Josep amb indicació de les mesures en m (modificat a partir de Rosas 1991, 316) i restitució de les torres A i B en m i peus.....	220
Figura 115. 1. Vista frontal de la torre del Puntal dels Llops d'Olocau; 2. Planta de l'assentament amb indicació de les mesures de la torre i restitució probable en peus. ....	222
Figura 116. Vista de les restes constructives de l'entrada principal, a l'esquerra la torre oest coberta, es poden apreciar les carrerades al centre de la porta.....	224
Figura 117. Vista frontal de les restes constructives de la torrassa, en primer terme el fossat defensiu i l'avantmur. ....	225
Figura 118. 1. Planta de la torre sud amb indicació de les mesures en m; 2. Proposta de restitució en peus; 3. Proposta de restitució geomètrica i descomposició d'un rectangle d'arrel quadrada de 5.....	227
Figura 119. 1. Planta de la torrassa amb indicació de les mesures en m; 2. Proposta de restitució en peus; 3. Proposta de restitució geomètrica i descomposició d'un rectangle d'arrel quadrada de 5.....	228
Figura 120. Planta del poblat de la Bastida de les Alcusses (modificat a partir de Bonet <i>et al.</i> 2005), amb indicació de les principals estructures analitzades en aquest estudi. ....	230
Figura 121. 1. Vista frontal de la torre III de l'oppidum de la Bastida de les Alcusses; 2. Planta de la torre III i la porta oest, amb indicació de les mesures expressades en metres (modificada a partir de Díes 2005, 74); 3. Proposta de restitució geomètrica a partir d'una relació 2 a 1 basada en un quadrat de 12 peus de costat. ....	236
Figura 122. 1. Vista frontal de la torre II de la Bastida de les Alcusses; 2. Croquis de la planta de la torre amb indicació de les mesures en metres; 3. Proposta de restitució geomètrica a partir d'una relació 2 a 1, basada en un quadrat de 12 peus de costat. ....	237
Figura 123. 1. Vista frontal de la torrassa oriental; 2. Croquis de la torrassa amb indicació de les mesures en metres; 3. Proposta de restitució rectangular a partir d'una relació 5 a 4, mostrant un rectangle de 35 per 28 peus. ....	238
Figura 124. 1.1 Vista frontal de la porta nord; 1.2 Planta de la porta amb indicació de les principals mesures en metres (modificada a partir de Bonet i Vives 2009, 297); 1.3 Planta de la porta amb les mesures expressades en peus. 2.1 Vista frontal de la porta sud; 2.2 Planta de la porta sud amb indicació de les principals mesures en metres (modificada a partir de Bonet i Vives 2009, 297); 2.3 Planta de la porta amb les mesures expressades en peus. ....	239

## Índex de figures

Figura 125. 1.1 Planta de la porta oest amb indicació de les principals mesures en metres (modificada a partir de Bonet i Vives 2009, 297); 1.2 Vista frontal de la porta oest; 1.3 Planta de la porta en peus. 2.1 Vista frontal de la porta est; 2.2 Planta de la porta est amb indicació de les mesures en metres (modificada a partir de Bonet i Vives 2009, 297); 2.3 Planta de la porta est, a partir d'un quadrat de 27 peus de costat. ....	240
Figura 126. Principals mesures documentades a l'oppidum de la Bastida de les Alcusses, amb els seus valors corresponents i la seva mitjana, i el percentatge de desviació total i mitjana. ....	241
Figura 127. Vista frontal de la torrassa defensiva del Puig d'Alcoi després de la darrera restauració realitzada en l'any 2008. ....	242
Figura 128. 1. Croquis de la torre amb indicació de les mesures expressades en m; 2. Restitució geomètrica de la torre seguint una restitució d'arrel quadrada de 6, expressada en m; 3. Restitució geomètrica expressada en forma de colzes de 0,5 m. ....	244
Figura 129. Vista de les restes conservades de la torre de l'Empedrola (extret de Bolufer i Sala 2009). ....	245
Figura 130. Planta de la torre de guaita ibèrica de l'Empedrola amb indicació de les principals mesures en m (esquerra) (modificada a partir de Bolufer i Sala 2009, 57) i restitució constructiva seguint triangles pitagòrics i expressada en peus (dreta). .	247
Figura 131. Principals mesures identificades a l'assentament i valor en colzes i peus. ....	254
Figura 132. 1. Vista frontal de les torres defensives del Tossal de Manises; 2. Interior de la torre VIII de planta tripartida; 3. Planta de les torres VI i VIII amb indicació de les principals mesures en m (modificat a partir d'Olcina 2005, 160); 4. Planta de les torres VIII i VI amb restitució hipotètica en colzes. ....	255
Figura 133. 1. Planta de la torre Va amb indicació de les mesures en m i restitució de la planta en colzes; 2. Planta de la torre IX amb indicació de les mesures en m (modificat a partir d'Olcina i Pérez 2001, 61). ....	256
Figura 134. Planta esquemàtica de la torre de la Cova Foradà amb indicació de les mesures principals en m (modificada a partir de Díes 1986, fig. 3), restitució de la probable aproximació geomètrica i planta de la torre en peus. ....	258
Figura 135. 1. Planta de la torre bipartida de Rotxina amb indicació de les mesures exteriors en m; 2. Restitució geomètrica de la torre a partir d'una aproximació àuria; 3. Planta de la torre expressada en peus. ....	259
Figura 136. 1. Restes de possibles estructures situades al costat sud del turó del Torrejón; 2. Vista del costat nord-est de la torre, on s'aprecia l'estat de conservació	

## Índex de figures

actual i la caiguda de carreus en aquest costat; 3. Vista del costat est de la torre, on es pot observar l'alçada de l'estructura i la seva tècnica constructiva; 4. Possible llenç de fortificació al costat oriental del turó; 5. Croquis de la torre amb indicació de les principals mesures en m i restitució en peus de 0,295-0,3 etres. ....	263
Figura 137. Vista del carrer 1 amb la restitució del magatzem elevat a l'esquerra i el temple A enfrontat a mà dreta. ....	267
Figura 138. Planta del temple A de la Illeta dels Banyets (dreta) amb indicació de les principals mesures en m. A l'esquerra, restitució ideal de la planta del temple amb la relació 3 a 2 de l'estructura interna i les principals mesures resultants expressades en peus. ....	269
Figura 139. Principals mesures identificades al temple A de la Illeta dels Banyets i proposta de restitució mètrica i modular. ....	269
Figura 140. Vista del temple B, després de la darrera campanya de restauració i consolidació. S'aprecia la reproducció de l'altar de banyes, les plataformes de tova i els pilars centrals. ....	271
Figura 141. Planta del temple B de la Illeta amb les mesures generals en m i restitució de la relació 2 a 3 interior (esquerra). A la dreta, planta del temple amb superposició d'una graella de 27 per 27 peus de 0,3 m, on es pot apreciar la modulació i la distribució interior. ....	272
Figura 142. Principals mesures identificades al temple B de la Illeta dels Banyets i proposta de valor mètric. ....	272
Figura 143. Planta de la Regia de las Tres Hermanas amb la restitució de les proporcions interiors 3 a 2 i els principals mòduls constructius expressats en m (esquerra). A la dreta, planta de la regia expressada amb peus. ....	276
Figura 144. Principals mesures identificades en la Regia i proposta de restitució metrològica i modular. ....	276
Figura 145. Indicació de les principals mesures identificades al temple de l'Alcúdia i proposta de restitució metrològica. ....	280
Figura 146. Planta del temple de l'Alcúdia d'Elx a la fase inicial expressada en m (superior), a la part inferior restitució geomètrica probable a partir d'un quadrat de 4,5 m de costat o 15 peus on es genera el quadrat de 30 peus. Al costat inferior dreta, restitució geomètrica de la torre adossada, expressada en peus. ....	281
Figura 147. 1. Planta del magatzem de la Illeta dels Banyets en la seva primera fase amb la indicació de les principals mesures. 2. Restitució metrològica del magatzem de la Illeta dels Banyets amb la relació del doble quadrat i el peu de 0,296 m. ....	285

## Índex de figures

Figura 148. 1. Planta del magatzem de la Moleta amb indicació de les principals mesures. 2. Planta del magatzem amb la proposta de restitució metrològica basada en una relació 3 a 2 i una unitat de 0,35 m.....	288
Figura 149. 1. Planta del magatzem de la Balaguera amb indicació de les mesures exteriors. 2. Restitució del perímetre exterior del magatzem a partir de la seriació $\sqrt{2}$ , $\sqrt{3}$ , $\sqrt{4}$ , $\sqrt{5}$ . .....	291
Figura 150. 1. Planta de la Balaguera amb indicació de les mesures del rectangle interior. 2. Restitució metrològica seguint una proporció 2 a 1 i una unitat de mesura de 0,296 m. ....	292
Figura 151. Taula resum de les unitats de mesura identificades als magatzems elevats ibèrics i les seves restitucions .....	293
Figura 152. Representació d'un peu jònic de 0,296 m, un dels més documentats a l'arquitectura i l'urbanisme ibèrics, amb les seves divisions en quatre pams. ....	295
Figura 153. Representació d'un agrimensor alemany d'època moderna, on es veu la utilització de la vara per tal de mesurar i delimitar els camps (imatge corresponent a l'obra <i>Geometrey: von künstlichen Feldmessen und Absehen allerhand Hoehe, Fleche, Ebne, Weitte unnd Breyte</i> de Jakob Köbel, datada en 1584). Tot i la gran diferència temporal i espacial amb l'època ibèrica, els sistemes antropomètrics i la seva utilització van estar en ús fins a la introducció del Sistema Mètric Decimal..	296
Figura 154. Vista del lateral de la torre II del Tossal de Manises en l'extrem sud de l'assentament. ....	300
Figura 155. Planta de la torre II amb indicació de les principals mesures en m (esquerra) i restitució en colzes de 0,514 m, seguint triangles pitagòrics 3-4-5 (dreta). ....	302
Figura 156. Planta de la torre de Torreparedones amb restitució metrològica a partir de colzes de 0,514 m, segons (Moret 2002, 208). ....	303
Figura 157. Representació de la taula de mesures de Bramefan (extret de Bofinger et al. 2000, 92). ....	308
Figura 158. Recreació del disseny gravat a un dolia recuperat a l'oppidum de la Cloche (esquerra) i planta de l'urbanisme interior de l'assentament (dreta) (extrets de Chabot 2004). ....	309
Figura 159. Representació del disseny arquitectònic del santuari de Corant (extret de Poux et al. 2005, 53). ....	309
Figura 160. 1. Gravat incís recuperat a l'assentament indígena de Verduron amb la representació d'una muralla o torre defensiva coronada de merlets (extret de Garcia 2004, 138); 2. Merlets disposats a la muralla de l'oppidum de Glanum; 3. Merlets recuperats a l'assentament de Saint-Blaise.....	310

## Índex de figures

Figura 161. Interpretació metro Lògica de la casa de Sulla de Glanum (esquerra) (extret de Roth-Congès 1985, 192). A la dreta fotografia general actual de les restes de la Maison de Sulla.....	312
Figura 162. 1. Planta de la porta de Glanum amb indicació de les principals mesures; 2. Restitució metro Lògica a partir d'un colze de 0,52 m (extret de Tréziny 1989, 32-33). 3. Vista superior del sistema defensiu de Glanum amb la porta carretera. ....	313
Figura 163. 1. Vista zenital dels nivells corresponents a la zona 1 a mitjans del segle V aC (fotografia cedida per Carme Belarte); 2. Esquema urbanístic de l'assentament de Lattes a finals del segle V i inicis del segle IV aC, amb la seva proposta de restitució metro Lògica (extret de Garcia 1999, 642) .....	315
Figura 164. Planta general de les restes de l'assentament de Le Port amb superposició d'una graella basada en 10 peus de 0,296 m (segons Ugolini 2003, 29).....	316
Figura 165. Planta de l'assentament d'Arles en el moment corresponent a la implantació colonial grega amb una illa de cases de 80 peus d'amplada (segons Arcelin 2000, 12). .....	317
Figura 166. Planta de la zona nord de l'oppidum de Nages corresponent a la fase II antiga, quan es defineix la retícula urbana base de l'assentament, a partir de carrers amples paral·lels i illes de cases allargades (extret de Py 1978, 154). .....	318
Figura 167. Vista des del nord del barri interior de l'assentament de Le Verduron....	319
Figura 168. Restitució modular de l'assentament (segons Badie i Bernard 2008, 295). .....	320
Figura 169. Vista del barri central de l'aldea alta d'Entremont on s'aprecien els blocs quadrangulars simple i dobles. ....	321
Figura 170. Esquema modular d'implantació de la vila alta d'Entremont expressat en mòduls (segons Tréziny 1989, 38) .....	321
Figura 171. Definició euclidiana i divisió d'un segment en extrema i mitja raó.....	326
Figura 172. Mètode de construcció d'un rectangle auri, partint d'un quadrat 1:1 o <i>gnòmon</i> . ....	328
Figura 173. Mètode de comprovació del rectangle auri mitjançant dos rectangles idèntics.....	328
Figura 174. Mètode de descomposició d'un rectangle auri en altres rectangles auris proporcionats. ....	329
Figura 175. Demostració de la irracionalitat de la diagonal del quadrat $\sqrt{2}$ mitjançant el teorema de Pitàgores. ....	332
Figura 176. Construcció d'un rectangle $\sqrt{2}$ a partir d'un quadrat <i>ABCD</i> de costat 1.334	
Figura 177. Divisió d'un rectangle d'arrel quadrada de 2 en dos rectangles idèntics (esquerra), a la dreta subdivisió constant del mateix rectangle.....	335

## Índex de figures

Figura 178. Mètode de duplicació de l'àrea d'un quadrat. ....	335
Figura 179. A la part superior, espiral de Teodor formada a partir de la successió de triangles rectangles de costat 1 i $\sqrt{2}$ .... A la part inferior, rectangles formats a partir de la successió resultant d'abatir de la diagonal de cadascun dels nous rectangles, gràcies a l'ajuda de regla i compàs. ....	336
Figura 180. Mètode de construcció d'un triangle rectangle utilitzant cordes amb nusos equidistants (Badawy 1965, fig. 2).....	339
Figura 181. Representació gràfica del Teorema de Pitàgores.....	340
Figura 182. Descomposició d'un rectangle 2:1 format per l'addició de dos mòduls quadrangulars. ....	343
Figura 183. Construcció d'un rectangle $\sqrt{5}$ a partir de la diagonal d'un doble quadrat. ....	343
Figura 184. Mètode de construcció d'un rectangle basat en el número de plata. ....	344
Figura 185. Planta esquemàtica de la torre bipartida d'Alorda Park amb subdivisió del rectangle $\sqrt{2}$ en dos nous rectangles.....	349
Figura 186. Taula resum amb les diferents estructures analitzades i la seva proporció. ....	354
Figura 187. Planta de la torre del Puig d'Àlia amb superposició d'una graella de quadrats de 0,277 m (esquerra) (modificat a partir de Llinàs et al. 1999, fig. 6) i restitució de la planta expressada en peus (dreta). ....	360
Figura 188. Planta del Grau Vell amb indicació de les principals mesures en m (modificada a partir d'Aranegui et al. ) (esquerra); a la dreta superposició d'una malla de tres fileres i quatre columnes quadrades de 1,665 m de costat i subdivisió interior en unitats modulars de 0,278 m.....	363
Figura 189. Proposta de restitució de la planta de la torrassa del Grau Vell amb una proporció 3-4-5 i expressada en peus de 0,277 m.....	363
Figura 190. Planta del podi del temple capitolí de Sagunt i proposta de modulació a partir d'un pes monetaris de 0,296 m (segons Aranegui 1987, 158). ....	365
Figura 191. Planta de la torre republicana de Sagunt amb indicació de les principals mesures en m (modificada a partir de Pascual i Aranegui 1993, fig. 3) (esquerra); a la dreta, proposta de restitució de la planta seguint un rectangle de 32 per 28 peus. ....	366
Figura 192. Principals restes conservades del sistema defensiu ibèric del castell de Sagunt: 1. Llenç situat en el costat més occidental de l'assentament, murs en angle recte de 16 i 6 m respectivament, realitzats en aparell megalític; 2. Muralls dels Tres Pouets. Llenç de murs poligonals de doble parament excavats per P. Rouillard. .	367



## Índex de figures

Figura 193. Vista frontal de la torre III, també coneguda com torre “del toro” corresponent a la segona fortificació del Tossal de Manises.....	368
Figura 194. Planta esquemàtica de la torre IV de Lucentum amb indicació de les mesures en m (esquerra) i proposta de restitució en peus (dreta).....	369
Figura 195. Planta de l'edifici est de les Guàrdies, amb indicació de les principals mesures en metres (modificat a partir de Morer i Rigo 2003) (esquerra); a la dreta restitució de la planta amb les principals mesures expressades en peus. ....	371
Figura 196. Planta del Turó Rodó amb separació dels departaments (modificada a partir de Llinàs et al. 2005); restitució de la planta amb indicació de les mesures expressades en peus. ....	373
Figura 197. Planta del primer sistema defensiu de Sant Miquel de Vinebre i proposta de restitució metrològica (modificada a partir de Genera <i>et al.</i> 2005, 642). ....	374
Figura 198. Planta del segon sistema defensiu de Sant Miquel de Vinebre, amb proposta de restitució metrològica (modificada a partir de Vinebre et al. 2005, 643). ....	375
Figure 199. Indication des sites où l'on a identifié le pied de 0,31-0,315 m: 1. Casol de Puigcastellet; 2. Turó del Montgrós; 3. Montbarbat; 4. Turó dels Dos Pins ; 5. Ciutadella ibèrica d'Alorda Park.....	385
Figure 200. Indication de sites où a été identifié le pied de 0,32 m: 1. Castellot de la Roca Roja; 2. Castellet de Banyoles; 3. Sant Miquel ; 4. Perengil. ....	386
Figure 201. Table résumé avec les principaux sites analysés de la période ibérique classique (Ve-IVe siècle av. J-C) et leurs restitutions modulaires. ....	388
Figure 202. Table résumé avec les principaux sites analysés entre le IIIe et le IIe s. av. J-C, et leurs propositions de restitution modulaire .....	400